

Česká zemědělská univerzita v Praze
Fakulta životního prostředí

**Význam tlejícího dřeva pro přirozenou
obnovu a biodiverzitu horských lesních
ekosystémů střední Evropy**

Bakalářská práce

Vedoucí bakalářské práce: Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Jana Martínková, 2008

Prohlašuji a svým podpisem stvrzuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně pod vedením Ing. Miroslava Svobody, Ph.D. Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala.

V Praze dne 21. 4. 2008

Jana Martínková

Děkuji Ing. Miroslavu Svobodovi, Ph.D. za užitečné rady, které mi byly vodítkem pro zpracování této bakalářské práce. Dále děkuji Ing. Karlu Kavalcovi ze Správy CHKO Jeseníky a Ing. Pavlu Citovi z LS Janovice, kteří mi umožnili provádět vlastní výzkum na území NPR Praděd a poskytli mi odborné rady a materiály. Poděkování patří také Martinu Mikiskovi za pomoc při terénním výzkumu.

Obsah

Seznam příloh	1
Abstrakt.....	2
Abstract.....	2
1 Úvod.....	3
2 Horský lesní ekosystém střední Evropy.....	3
2.1 Definice horského lesa.....	3
2.1.1 Svaz <i>Piceion excelsae</i>	4
2.1.2 Svaz <i>Pinion mughii</i>	4
2.1.3 Svaz <i>Athyrio alpestris-piceion</i>	5
2.1.4 Svaz <i>Athyrio alpestris-pinion mughii</i>	5
2.2 Vývoj horských lesů ČR z hlediska antropogenních vlivů.....	6
3 Odumřelé dřevo.....	7
3.1 Anatomická skladba dřeva.....	7
3.2 Definice odumřelého dřeva.....	7
3.3 Příčiny odumírání stromů	7
3.4 Podíl odumřelého dřeva v přirozených lesích (pralesích) a lesích hospodářských	9
3.5 Dynamika odumřelého dřeva.....	11
3.6 Rozklad dřeva	12
3.7 Rychlost rozkladu odumřelého dřeva	15
3.8 Význam odumřelého dřeva.....	16
3.8.1 Odumřelé dřevo jako substrát a jeho kolonizace	16
3.8.2 Význam pro obnovu smrku ztepilého (<i>Picea abies</i>).....	18
3.8.3 Význam odumřelého dřeva pro biodiverzitu	19
3.8.3.1 Houby.....	20
3.8.3.2 Lišejníky a mechy	20
3.8.3.3 Cévnaté rostliny a semenáčky dřevin	21
3.8.3.4 Hmyz.....	21
3.9 Studium odumřelého dřeva.....	22
3.10 Management odumřelého dřeva, pralesy kontra lesy hospodářské	23
4 Vlastní výzkum	28
4.1 Cíl práce	28
4.2 Metodika	28
4.2.1 Historický vývoj lesů v zájmové oblasti.....	28
4.2.2 Charakteristika zájmové oblasti.....	29
4.2.3 Studijní plocha	30
4.2.4 Sběr dat	31
4.2.4.1 Odumřelé dřevo na zemi ležící	31
4.2.4.2 Souše, vysoké pahýly.....	32
4.2.4.3 Pařezy a nízké pahýly	33
4.2.4.4 Přirozená obnova	33
4.2.5 Statistická analýza.....	34
4.3 Výsledky a diskuse	34
4.3.1 Vliv množství a stupně rozkladu odumřelého dřeva na četnost obnovy	35
4.3.2 Množství přirozeného zmlazení a jeho rozdělení podle typu substrátu.....	36
5 Závěr	38
Přílohy:.....	40
Použité zdroje	47

Seznam příloh

Obr. 1: Prales v centrální části pohoří Cascade Range v Oregonu.....	6
Obr. 2: Les zasažený kůrovcovou kalamitou a jeho obnova	9
Obr. 3: Rozkládající se pahýl poskytující substrát různým druhů rostlin.....	17
Obr. 4: Odumřelé dřevo je významné i pro drobné savce	22
Obr. 5: Hospodářský les.....	27
Obr. 6: Přirozený les	27
Obr. 7: Přirozená obnova na odumřelém dřevě v horské smrčtině v Jeseníkách	28
Obr. 8: Obnova na odumřelém kmeni	34
Obr. 9: Různé formy odumřelého dřeva, jejich význam a využití.....	40
Obr. 10: Mapa znázorňující CHKO Jeseníky včetně jednotlivých NPR	41
Obr. 11: Zobrazení polohy studijní plochy na mapě	42
Obr. 12: Výřez leteckého snímku s polohou zájmového území	42
Obr. 14: Zásoba odumřelého dřeva v podobě na zemi ležících klád na sledované ploše v jednotlivých třídách rozkladu a počet jedinců vyskytujících se na kmenech v jednotlivých stádiích dekompozice na ploše 0,25 ha	43
Tabulka 1: Množství odumřelého dřeva v podobě na zemi ležících klád na sledované ploše v jednotlivých třídách rozkladu na plochu 0,25 ha.....	44
Tabulka 2: Zásoba odumřelého, na zemi ležícího, dřeva v jednotlivých stádiích rozkladu a počet jedinců přirozeného zmlazení rostoucích na kmenech v jednotlivých stádiích rozkladu přepočtené na m ³ ha ⁻¹	44
Obr. 15: Závislost jednotlivých výškových skupin na typu substrátu	44
Tabulka 3: Četnosti jednotlivých výškových tříd přirozené obnovy na různých typech mikrostanoviště na plochu 0,25 ha.....	45
Obr. 16: Počet jedinců přirozeného zmlazení rozdělených do výškových skupin na dřevě a mimo něj na ploše 0,25 ha	45
Tabulka 4: Procentuální podíl jedinců přirozeného zmlazení v jednotlivých výškových skupinách	45
Obr. 17: Ukázka chůdovitých kořenů stromů vzrostlých na rozkládající se kládě.....	46

Abstrakt

V horských smrčinách představuje odumřelé dřevo nenahraditelný prvek lesního ekosystému z hlediska přirozené obnovy, biologické rozmanitosti i stability ekosystému. Vzhledem k neschopnosti semenáčků smrku (*Picea abies*) konkurovat okolní vegetaci je pro přirozené zmlazení ideálním stanovištěm právě odumřelé dřevo. Díky vyvýšené pozici jsou potlačeny konkurenční vlivy ostatních rostlin, zároveň rozkládající se kmeny poskytují semenáčkům stálé vlhkostní podmínky i dostatek živin. Že odumřelé kmeny, pahýly a souše různých stádií rozkladu představují vhodný substrát pro vzejití smrku dokazuje výzkum provedený v centrální části Jeseníků na severní Moravě, kde byla prokázána preference mrtvého dřeva jako stanoviště pro přirozené zmlazení. I přesto, že odumřelé dřevo pokrývalo pouze 3,4 % lesní půdy, 59 % všech semenáčků rostlo na rozkládajících se kládách a pahýlech.

Rozkládající se dřevo je společně s půdou druhově nejbohatší nikou. Poskytuje substrát a stanoviště mnoha druhům bakterií, hub, lišejníků, mechorostů, kapradin, semenáčků dřevin, kroužkovců, pavouků, hmyzu, obojživelníků, plazů, ptáků i savců.

Abstract

Coarse woody debris (CWD) is an important element of a forest ecosystem. CWD is necessary for stability, biodiversity and regeneration in spruce subalpine forest. Logs and stumps in different degrees of decay differ from the forest floor and provide specific conditions for germination spruce seedlings. Nutrient-rich, moist downed logs play a role in protecting saplings. Research realized in the central Hrubý Jeseník Mountains in north Moravia shows importance CWD as site for spruce seedlings and saplings. Although CWD covered only 3,4 % of the forest floor, 59 % of the seedlings were growing on this substratum. Dead trees support the existence of thousands of species of bacteria, fungi, lichens, mosses, ferns, tree seedlings, ring worms, spiders, insects, amphibians, reptiles, birds and mammals.

1 Úvod

Význam a funkce odumřelého dřeva je velmi aktuální téma, kterým se zabývá mnoho výzkumníků, ať už z České republiky, střední Evropy nebo celého světa.

O jeho významu z hlediska obnovy lesního ekosystému, jeho biodiverzity a stability bylo publikováno nespočet studií, i přesto je stále odumřelá dřevní hmota, zvláště z lesů hospodářských, odklízena. Rozdíly mezi lesy hospodářskými a lesy ponechanými přírodním procesům (stárnutí, odumírání, rozklad i obnova) jsou diametrálně odlišné.

Problémem stále zůstává rozpor mezi ekologickými a ekonomickými zájmy, až se tyto dva rozdílné pohledy na přírodu podaří rozumně skloubit, budou naše lesy stabilnější, biologicky bohatší a v neposlední řadě i krásnější.

Cílem této práce je shrnout problematiku odumřelého dřeva a jeho význam pro obnovu a biodiverzitu v horském lesním ekosystému střední Evropy. V této práci jsem se snažila porovnat kvantitu i kvalitu odumřelého dřeva ponechávaného v hospodářských lesích a v lesích přirozených a dále vliv kvantity a kvality na biodiverzitu v těchto lesích.

Vlastním výzkumem jsem chtěla prokázat význam tlejícího dřeva pro přirozenou obnovu, jak z hlediska množství, tak i stádia jeho rozkladu.

2 Horský lesní ekosystém střední Evropy

2.1 Definice horského lesa

Přesně vymezit horský les je poměrně obtížné, ale všeobecně lze říci, že se horský les nachází mezi 7. až 9. lesním vegetačním stupněm (LVS). Vyskytuje se přibližně okolo výšky 1000 m n. m. a představuje necelých 5 % z celkové výměry lesní půdy v ČR. V 7. a 8. LVS je hlavní dřevinou smrk a v 9. LVS převažuje kleč, která však už netvoří souvislý lesní porost. Horské lesy střední Evropy spadají z hlediska fyto geografického do oblasti oreofytika a z hlediska gobotanického klasifikačního systému je lze charakterizovat pomocí svazů *Piceion excelsae*, *Pinion mughi*, *Athyrio alpestris-piceion*, *Athyrio alpestris-pinion mughi* (MADĚRA, ZIMOVÁ 2005).

2.1.1 Svaz *Piceion excelsae*

Jedná se o klimaxové acidofilní horské smrčiny a podmáčené smrčiny horských poloh ve středoevropských pohořích. Hlavní stromové patro tvoří smrk ztepilý (*Picea abies*) často spolu s jeřábem ptačím (*Sorbus aucuparia*), příměs tvoří místy jedle bělokorá (*Abies alba*), buk lesní (*Fagus sylvatica*), borovice lesní (*Pinus sylvestris*), bříza pýřitá (*Betula pubescens*) nebo javor klen (*Acer pseudoplatanus*). Smrk vytváří dobře zapojené porosty. Pouze při horní hranici lesa a na rašeliništích je stromové patro rozvolněné, stromy jsou zakrslé a často netvárné. Keřové patro je vyvinuto jen vzácně. V druhově chudém bylinném patru převažují acidofilní byliny a keřičky. Bohatě vyvinuto je často mechové patro, charakteristické výskytem druhů rodu *Sphagnum* a dalších acidofilních hygrofilních druhů mechů a jätrovek (HUSOVÁ et al. 2002).

V ČR je svaz souvisle rozšířen v supramontánních polohách pohraničních pohoří – na Šumavě, v Krušných horách, Jizerských horách, Krkonoších, Hrubém Jeseníku, na Králickém Sněžníku a v Moravskoslezských Beskydech. Dále je výskyt svazu znám z hercynských pohoří Německa (Harz, Thüringer Wald, Swarzwald, Byerischer Wald), z Alp, Karpat a Polska (HUSOVÁ et al. 2002).

Na Šumavě se klimatické smrčiny vyskytují v nadmořské výšce (1100) 1150 - 1380 m, v Krušných horách v (950) 1000 - 1240 m, v Jizerských horách v (950) 1000 - 1120 m, v Krkonoších v (1000) 1050 - 1300 (1370) m, v Orlických horách v (1000) 1050 - 1125 m, na Králickém Sněžníku v 1100 (1150) - 1350, v Rychlebských horách v (1000) 1050 - 1125 m, v Hrubém Jeseníku v (1100) 1150 - 1350 m, v Moravskoslezských Beskydech v (1050) 1100 - 1320 m. Horní hranice lesa, kterou klimatické smrčiny vytvářejí, může být místy snížena vlivem lavin nebo na návětrných svazích. Společenstva svazu osidlují různé typy reliéfu, a to od rovin po příkré svahy. Klima je chladné, průměrná roční teplota se pohybuje mezi 2 a 4 °C, s krátkou vegetační dobou, dlouhotrvající sněhovou pokrývkou (okolo 140-200 dní), vysokou vzdušnou i půdní vlhkostí (množství srážek - 1100 - 1600 mm za rok) (HUSOVÁ et al. 2002).

2.1.2 Svaz *Pinion mughi*

Jedná se o křovité porosty kosodřeviny nad horní hranicí lesa, klimaxová společenstva subalpínských poloh, vyskytující se ve Vysokých Sudetech a v Karpatech. Geologickým podkladem jsou silikátové horniny. Společenstva se vyvíjejí na mělkých, kyselých půdách. Společenstva tvoří acidofilní druhy, v bylinném patru převažují keřičkové chamaefyty (HUSOVÁ et al. 2002).

V ČR se svaz přirozeně vyskytuje pouze v Krkonoších a vzácně na Šumavě. Mimo ČR se *Pinion mughi* vyskytuje v Polsku, v Západních Karpatech na Slovensku, pravděpodobně i v Jižních Karpatech (HUSOVÁ et al. 2002).

Pinion mughi tvoří vegetaci subalpínského stupně vyšších pohoří. Rozhodujícím ekologickým činitelem je zde klima, které je velmi chladné, průměrné roční teploty nepřesahují 2 °C, je zde vysoké množství srážek (okolo 1500 mm), dlouhotrvající sněhová pokrývka (až 200 dní), působení mrazu na exponovaných návětrných stanovištích. Půdy jsou mělké, skeletovité, mají charakter rankerů nebo podzolů s mocnou vrstvou surového humusu (HUSOVÁ et al. 2002).

2.1.3 Svaz *Athyrio alpestis-piceion*

Jedná se o horské klimaxové nivové smrčiny středoevropských pohoří, budovaných silikátovými horninami, vyskytující se pouze na lokálně příznivých stanovištích. Bylinné patro je charakterizováno převahou kapradin a druhy vysokobylinných horských niv (HUSOVÁ et al. 2002).

V ČR je svaz rozšířen v sudetských pohořích, na Šumavě a v Moravskoslezských Beskydech. Výskyt svazu je dále znám z hercynských pohoří Německa a ze Západních Karpat (HUSOVÁ et al. 2002).

Svaz se vyskytuje v horských supramontánních polohách, často při horní hranici lesa. Dává přednost závětrným chráněným polohám s vysokou a dlouho vytrvávající sněhovou pokrývkou. Častý je výskyt na příkrých svazích. Půdy jsou hlubší, skeletovité, vlhké, s dobrou humifikační schopností (HUSOVÁ et al. 2002).

2.1.4 Svaz *Athyrio alpestris-pinion mughi*

Jde o mezotrofní, chinofilní subalpínská společenstva kosodřeviny na zazemněných sutích na svazích. Bylinné patro je charakterizováno výskytem kapradin a dalších náročnějších bylin horských niv. Půdy jsou vlhké s příznivými fyzikálními vlastnostmi (HUSOVÁ et al. 2002).

Společenstva svazu byla zatím zjištěna v Krkonoších na české i polské straně a ve slovenských Karpatech (HUSOVÁ et al. 2002).

Klimaxová společenstva se vyskytují na svazích v chráněných závětrných polohách, na protékající vodou dobře zásobených půdách s nevýraznou tvorbou surového humusu. Stanoviště jsou dále charakterizována vlhkým mikroklimatem a dlouho ležící sněhovou pokrývkou (HUSOVÁ et al. 2002).

2.2 Vývoj horských lesů ČR z hlediska antropogenních vlivů

S výjimkou ojedinělých lokalit s těžbou nerostů (Krušné hory, Šumava) se až do ranného středověku jednalo o oblast souvislých pralesů bez trvalého osídlení. Od 13. a 14. století postupně vznikají ojedinělá sídla, převažuje rozptýlená zástavba. Velmi řídké osídlení bylo dokončeno až v 17. a 18. století založením dřevorubeckých osad. Po odsunu Němců po II. světové válce došlo k podstatnému snížení hustoty obyvatelstva a intenzity zemědělského využívání. Rozsáhlé plochy zemědělských pozemků byly ponechány ladem, mnohé z nich byly postupně zalesňovány. V Moravskoslezských Beskydech docházelo k odlesnění vrcholových částí a k intenzivnímu ovlivňování lesních porostů pastvou dobytka v průběhu valašské kolonizace od 16. století. Pastva dobytka ovlivňovala tyto lesy v minulosti více než těžba dřeva. Současná hustota obyvatelstva je velmi nízká. Katastrofické následky má v severní polovině ČR vliv znečištění ovzduší. Současné rekreační zatížení, především v Krkonoších a Hrubém Jeseníku je často na hranicích únosnosti (MADĚRA, ZIMOVÁ 2005).

Obr. 1: Prales v centrální části pohoří Cascade Range v Oregonu



http://savanna.linternet.edu/gallery/albums/and/AND_HJA_old_growth.sized.jpg

3 Odumřelé dřevo

3.1 Anatomická skladba dřeva

Dřevní hmota je výsledkem cyklických růstových procesů dřevin, kdy část asimilátů je ukládána v druhotně tloušťnoucím stonku ve formě letokruhů. Lze tvrdit, že právě přítomnost dřeva odlišuje mimo jiné výrazně les od ostatních suchozemských biotů. Dřevo jako uhlíkatý polymer představuje spolu s organickým opadem základní surovinu detritových řetězců lesních ekosystémů (JANKOVSKÝ et al. 2006).

Hlavními složkami dřeva jsou: celulóza 40 - 50 %, hemicelulóza 25 – 40 % a inkrustující lignin 18 - 35 %. Základním stavebním materiálem všech rostlin je celulóza, zatímco právě lignin je tou substancí, která z bylinné rostliny dělá dřevinu (MUSIL et HAMERNÍK 2003).

Lignocelulózy dřeva představují jeden z nejdokonalejších přírodních polymerů. Mechanická stavba dřeva je zároveň dokonalým konstrukčním prvkem. Zatímco celulózy mohou být rozkládány a využívány řadou organismů, od bakterií až po savce, lignin je toxický prakticky pro všechny organismy, kromě dřevorozkladných hub (JANKOVSKÝ et al. 2006).

3.2 Definice odumřelého dřeva

Odumřelé dřevo představují stojící souše, různé pahýly a pařezy, spadlé kmeny nebo zlámané vrcholy a větve. Předtím, než lidstvo objevilo různé praktické využití dřeva, stromy umíraly z různých příčin a odumřelé dřevo se v lesích hromadilo, rozkládalo a pomalu přecházelo zpátky do půdy (HAGAN, GROVE 1999; SVOBODA 2005c).

V současné době je odumřelé dřevo z lesů, zvláště hospodářských často odklízeno. Odumřelé dřevo se v přírodním lese průběžně vytváří jako důsledek mortality stromů. Významnými faktory ovlivňujícími množství odumřelého dřeva jsou silný vítr, oheň, hmyz a houbové choroby. V závislosti na typu mortalitního faktoru se může zásoba odumřelého dřeva měnit náhle (při velkoplošných disturbancích) nebo pomalu a plynule (HAGAN, GROVE 1999; ZIELONKA 2006a).

Odumřelé dřevo významně zvyšuje biodiverzitu lesních ekosystémů, hraje důležitou roli v ochraně rostlin i stabilitě lesního ekosystému (HOLEKSA 2001).

3.3 Příčiny odumírání stromů

Smrk ztepilý je pro svůj mělký kořenový systém považován za druh náchylný k vývrátům. Proto je často jako hlavní příčina mortality smrku v severských zemích Evropy uváděn vítr a sněhové srážky, které způsobují akumulaci odumřelého dřeva ve formě ležících klád (MUSIL et HAMERNÍK 2003; SIITONEN et al. 2000, ZIELONKA 2006b). V podmínkách

střední Evropy byla jako hlavní důvod odumírání smrku zjištěna konkurence sousedících stromů kvůli světlu, biologické faktory (houby a hmyz), senilita starých jedinců, kořenové patogeny a znečištěné ovzduší. Zatímco vývraty, které jsou způsobené nedostatečným ukotvením kořenů (např. na balvanech a skalách) nebo narušením kořenů kořenovými patogeny, jsou příčinou mortality jen v menším počtu případů. Tím dochází k akumulaci nedávno odumřelých stromů ve formě souší. V podmínkách Šumavy stromy velmi často hynou vlivem kůrovce a zůstávají stát jako kůrovcové pahýly (MÍCHAL 1999; HOLEKSA 2001; SVOBODA & LEPŠOVÁ 2004).

V horské smrčíně Babí Hora souše představovaly téměř $\frac{3}{4}$ všech nedávno odumřelých stromů a 42 % z celkového počtu odumřelých stromů, zatímco pouze 7 % kmenů bylo vyvráceno z celkového počtu odumřelých stromů (HOLEKSA 2001). Ve východních Karpatech se průměrný objem stojících souší pohyboval okolo $92 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, objem na zemi ležících klád představoval rovněž $92 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ (ZIELONKA 2006a).

Pravděpodobnost mortality stromů závisí na jejich velikosti, je vyšší u stromů menších a větších dimenzí, než u stromů středních dimenzí. Byla prokázána jistá závislost výčetní tloušťky a příčiny smrti stromu. V závislosti na důvodu úmrtí vznikají i různé druhy odumřelého dřeva, jako odumřelé stojící stromy (souše), pahýly nebo ležící odumřelé dřevo (HOLEKSA 2001).

Jedinci nižších výčetních tlouštěk umírají nejčastěji v důsledku samo-proředování, tedy vzájemnou konkurencí stromů o prostor a světlo. U jedinců s vyššími výčetními tloušťkami, tzn. dominantních jedinců je mortalita způsobená stářím a působením parazitických a dřevo rozkladných hub. Tyto příčiny mortality způsobují smrt ve stoje a tím produkují odumřelé stojící dřevo (HOLEKSA 2001, ZIELONKA 2006a; SVOBODA & LEPŠOVÁ 2004).

Vytváření pahýlů je závislé na zlomech stromů. Pravděpodobnost vzniku zlomů se zvyšuje se stoupající výčetní tloušťkou (HOLEKSA 2001).

Vývraty, způsobující pád kmenů na zem, se nejčastěji vyskytují u stromů s výčetními tloušťkami kolem průměru tzn. 40 - 50 cm (HOLEKSA 2001).

Stojící a zlomené odumřelé dřevo je většinou náhodně rozptýleno po celé ploše, zatímco vývraty jsou do značné míry agregovány. To naznačuje, že k vývratům dochází pouze za určitých stanovištních podmínek. Nejčastěji se jedná o podmáčené půdy, které negativně ovlivňují hloubku kořenového systému (HOLEKSA 2001; MUSIL et HAMERNÍK 2003).

V lesích využívaných k hospodářským účelům většinou k přirozenému úmrtí jedinců nedochází. Z lesů jsou odstraňováni staří jedinci, odpadá tedy mortalita v důsledku senility. Probírkami se snižuje úmrtnost v důsledku kompetice, protože jsou předem odstraněni slabší

jedinci, kteří by uhynuli. Značný podíl na zásobě odumřelého dřeva v hospodářských lesích tak představuje umělá produkce během těžby (SIITONEN et al. 2000).

Obr. 2: Les zasažený kůrovcovou kalamitou a jeho obnova



<http://www.sos-sumava.cz/tojesum/index.html>

3.4 Podíl odumřelého dřeva v přirozených lesích (pralesích) a lesích hospodářských

Objem odumřelého dřeva v lesním ekosystému je velice variabilní v závislosti na vývojové fázi, typu a historii lesa, schématu přírodních disturbancí a intenzitě a rozsahu lidských zásahů. Rozdíl mezi zásobou odumřelé dřevní hmoty v pralesích nebo lesích ponechaných přirozenému vývoji, kde nedochází k odklizení dřevní hmoty vůbec nebo jen k nepatrným zásahům, a v lesích hospodářských, ze kterých je dřevní hmota odstraňována, je značný. Zatímco v lesích přírodních zásoba odumřelého dřeva často přesahuje $100 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, v hospodářských lesích střední Evropy velmi často nedosahuje ani $10 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

Ve Skandinávii je uváděna porostní zásoba v přírodním lese charakterem horským smrčinám blízkých boreálních lesů $76 - 155 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ v závislosti na lokalitě (ROUVINEN, KOUKI 2002).

SIITONEN et al. (2000) se zabýval porovnáním množství odumřelého dřeva v přirozeném (tzv. old-growth, kde stromy dosahovaly věku 129 – 198 let), který nebyl více než 150 let nijak narušen (lidskou činností ani disturbancí), zralém hospodářském (95 – 118 let) a přestárlém (124 – 145 let) boreálním lese, s dominancí smrku ztepilého (*Picea abies*) v podmínkách jihozápadního Finska. Zásoba dřeva byla $14 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ve vyspělé kmenovině (pohybovala se v rozmezí $2 - 28 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) a $22 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ v přestárlé kmenovině ($7 - 38 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), zatímco v přírodním

lese zásoba odumřelého dřeva představovala $111 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ (v rozmezí $70 - 184 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$). Množství odumřelého dřeva v přirozeném lesním porostu ponechaného bez zásahů člověka (hospodáře) je desetinásobně vyšší než ve vyspělém hospodářském lese a pětikrát vyšší než v lese přestárlém. V hospodářských lesích bylo 25 % z celkové zásoby odumřelého dřeva uměle vyprodukované těžbou a vyjma pokáceného dřeva bylo nalezeno 56 % klád, 36 % souší a 7 % zlomů, to odpovídá i struktuře přirozeného lesa. Klády silnějších dimenzí představovaly pouze 8 % v hospodářských lesích z celkové zásoby.

Ústav pro hospodářskou úpravu lesů Brandýs nad Labem (ÚHÚL) provedl inventarizaci lesů na území celé České republiky v letech 2001 – 2004. Touto inventarizací byl zjištěný průměrný objem hroubí v lesích ČR, který představuje $6,7 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$. Významný podíl z této zásoby byl nalezen v mladých porostech, kde byla ponechána, protože se jedná o tenké, neprodejné a ekonomicky nezužitkovatelné dříví a náklady na jeho odstranění by byly vyšší, než jakýkoli užitek z něj. Značný podíl z celkové nalezené zásoby odumřelé dřevní hmoty se nacházel na území národních parků a ochranných lesů. Odumřelé dřevo ponechávané v našich hospodářských lesích je nízkých dimenzí, tudíž ne tak atraktivní z hlediska biodiverzity. Souše představovaly 2,4 % z celkového počtu měřených stromů a jejich zásoba byla 1,5 % z celkové zásoby. Odumíraly stromy podprůměrných dimenzí, to bylo důsledkem přirozených procesů odumírání méně vitálních jedinců v porostech. Zlomy byly zaznamenány u 12 % stromů. Nejčastějšími příčinami zlomů v našich podmínkách jsou sníh, námraza a ledovka.

V přírodním lese v rezervaci Trojmezna na Šumavě se zjištěný objem odumřelého dřeva pohyboval v rozmezí $63 - 134 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$ (SVOBODA 2005a). V horských klimaxových smrčinách v Tatrách představuje podíl odumřelého dřeva 22 % z celkové zásoby porostu. Zásoba se pohybuje mezi 64 až $113 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$. Klády a pahýly pokrývaly $411 \text{ m}^2\text{ha}^{-1}$, tzn. 4 % z celkové plochy (ZIELONKA, PIATEK 2004).

Množství odumřelého dřeva, které bylo zjištěno v subalpínské smrčině Babí Hora v západních Beskydech, patří k největším, které až dosud bylo zjištěno, v podmínkách temperátní Evropy. Průměrný zjištěný objem byl $131 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, toto množství představuje 43 % objemu živých stromů a 24 % z celkového objemu živých i odumřelých stromů (HOLEKSA 2001).

Podíl odumřelého dřeva v hospodářských lesích je výrazně nižší než v lesích přírodních. Rovněž je důležitá i skutečnost, že se v hospodářských lesích nalézají převážně kmeny malých dimenzí, tedy z hlediska biodiverzity nepříliš atraktivní.

3.5 Dynamika odumřelého dřeva

Dynamika odumřelého dřeva je úzce spjata s dynamikou lesa. Je proměnlivá v závislosti na vývojovém stádiu i typu cyklu, ve kterém se daný porost nachází. Existuje několik vývojových teorií, např. malého a velkého vývojového cyklu nebo teorie založená na dynamice porostních mezer (tzv. gapů). Horské smrčiny se často nevyvíjejí podle modelu velkého vývojového cyklu, někdy však dochází k jejich rychlému a velkoplošnému rozpadu, způsobeném rozsáhlým narušením ekosystému lesa, způsobeném např. hurikánem, požárem, větrem nebo antropogenními vlivy (imise, přemnožení škůdců). V případě velkoplošného rozpadu lesního ekosystému se na nějakou dobu ztrácí charakter plochy jako lesa a vznikají rozsáhlé plochy bezlesí s obrovskou zásobou odumřelého dřeva. Na tomto stanovišti se začíná vytvářet přípravný porost, který se sukcesně vyvíjí přes les přechodný až k lesu závěrečnému (klimax). Ve všech vývojových stádiích lesa dochází ke změnám v rámci tzv. malého vývojového cyklu, obnovujícího jeho strukturu. Obnova probíhá na základě tří specifických základních vývojových stádií: fáze dorůstání, optima a rozpadu. Každé stádium lze ještě rozdělit na počáteční a pokročilou fázi (HAGAN, GROVE 1999; PODRÁZSKÝ 1999).

Fáze dorůstání se vyznačuje nejvyšší zásobou odumřelých stromů, k dalšímu výraznému úhynu stromů horní vrstvy už zpravidla nedochází. Důsledkem kompetice odumírají slabší jedinci (malých výčetních tlouštěk). Zásoba odumřelého dřeva se postupem času snižuje v důsledku jeho rozkladu. V pokročilé fázi stádia optima je zásoba odumřelého dřeva nejnižší. Během fáze rozkladu opět dochází ke zvyšování zásoby odumřelého dřeva v důsledku odumírání starých stromů. Ve stabilním porostu se jednotlivé vývojové cykly překrývají a tím dochází k nepřetržité dodávce zásoby odumřelého dřeva, tzn. v lese je možné nalézt poměrně vyrovnanou zásobu odumřelého dřeva ve všech stádiích rozkladu (od čerstvě odumřelých stromů až po nejvíce rozložené) (PODRÁZSKÝ 1999)

Od 70. let 20. století je také stále častěji popisována teorie dynamiky porostních mezer. Když jeden nebo více stromů horního stromového patra odumře, vytvoří se porostní mezera, která je záhy vyplněna semenáčky a mladými stromky. Vznik porostních mezer je vázaný na přírodní maloplošné disturbance opakovaně přicházející v nepravidelných intervalech. Tím je zajištěna relativně plynulá zásoba mrtvého dřeva. Aby bylo možné hovořit o teorii porostních mezer, nesmí být mezery v zápoji větší než 0,1 ha. Velikost mezer je obvykle menší v časných vývojových stádiích než ve stádiích pokročilejších (YAMAMOTO 2000).

3.6 Rozklad dřeva

Dřevní houby jako jediné organismy produkují komplex enzymů, rozkládající všechny složky dřeva, včetně ligninu. Lignin je možno narušit i fyzikálně, například působením gama záření. Mnoho druhů dřevního hmyzu vytváří rozličné symbiózy s dřevními houbami právě z důvodu vyrovnání se s nízkou energetickou hodnotou dřeva a toxicitou ligninu. Bakterie nejsou schopny kompletně rozkládat dřevo. Disponují pouze komplexem celulólytických enzymů. Mohou se tak podílet až na procesu humifikace dřeva (JANKOVSKÝ et al. 2006).

Odumřelé dřevo je rozkládáno různými druhy hub v závislosti na části stromu (kmen, kořenová část), kterou napadají, stádiu rozkladu, příčině smrti, případně i typu poškození. Různé druhy hub vyvolávají různé typy hniloby. Je možné rozlišit houby na základě poměrů huminových kyselin a fulvokyselin v hydrolyzátu na houby hnědého tlení, které v podstatě reprezentují houby celulózovorní (rozkládající celulózu) a houby bílého tlení, které se shodují s houbami lignivorními (rozkládající lignin). Druhově převažují houby bílého tlení, v řadě případů se však výrazně na degradaci dřeva podílí houby hnědého tlení (JANKOVSKÝ 1999).

Podle části stromu, kterou houby napadají je možné rozlišit několik hlavních dekompozičních typů hub:

1. Dochází k primární infekci kořenového systému, zatímco kmen zůstává zdravý. Kořeny a bazální část kmene je postižena hnilobou, nejčastěji václavkou smrkovou (*Armillaria ostoyae*), v horských polohách i plstnatečkem severským (*Climacocystis borealis*), vzácněji i šupinovkou kostrbatou (*Pholiota squarrosa*). Charakteristické je, že tyto houby získávají díky infekci živého kmene kompetiční výhodu před dalšími druhy. Jejich schopnost kolonizovat padlé kmeny je omezena. Kmeny se vylamují v bazální části kmene a jsou záhy infikovány saprotrofními druhy, vesměs zahrnující houby bílého tlení (JANKOVSKÝ 1999; SVOBODA & LEPŠOVÁ 2004).
2. Kořenový systém i kmen jsou současně infikované stejným druhem hniloby. Infekce se šíří i kořenovými srůsty. Typická je hniloba kořenovníku vrstevnatého (*Heterobasidion annosum*), která primárně proniká kořenovým systémem, kterým kolonizuje střední část kmene do výšky 8 – 12 m. Ďubkatec smrkový (*Onnia circinata*) narušuje pevnost kmene, který se v důsledku hniloby láme. Po pádu houba, která primárně kolonizovala strom, kolonizuje i zbytek kmene. Kořenový systém může být zároveň kolonizován i václavkou (*Armillaria ostoyae*). Povrch padlých kmenů je v pokročilejších fázích rozkladu kolonizován mechorosty, které spolu s příznivými podmínkami produktů hniloby poskytují vhodné podmínky pro nálet semenáčků dřevin. Při dekompozici se uplatňují

především houby bílého tlení (JANKOVSKÝ 1999; JANKOVSKÝ et al. 2002; SVOBODA & LEPŠOVÁ 2004).

3. Hniloba živého kmene způsobená sekundárně parazitickými dřevokaznými houbami bílého tlení v důsledku mechanického narušení kmene. Kořeny nejsou významně poškozeny dřevokaznou houbou. Hniloba proniká od místa porušení oběma směry, prakticky v celém průřezu kmene. V důsledku hniloby se kmeny v místě nejvíce rozvinuté infekce lámou. Infekce postupně kolonizuje i zbylou část padlého kmene, včetně nehroubí. Kmen je postupně kolonizován i dalšími druhy hub. Kořeny a bazální část je záhy kolonizována václavkou (*Armillaria ostoyae*), třepenitkou svazčitou (*Hypholoma fasciculare*), třepenitkou makovou (*H. capnoides*), šupinovkami (*Gymnopilus sapineus*, *G. hybridus*), anýzovníkem vonným (*Gloeophyllum odoratum*) aj. (JANKOVSKÝ 1999)
4. Další dekompoziční typ je v řadě rysů shodný s předchozím typem. K infekci dochází převážně přirozeným způsobem skrze pahýly odlomených větví. Hniloba proniká jádrem, resp. vyzrálým dřevem v celém jeho průřezu po celé délce kmene. Výrazným rysem je dlouhodobá infekce kmene dřevní houbou a relativně malá statická narušení kmenů. Lámání kmenů je spíše sporadickým jevem. Typická je hniloba ohňovce smrkového (*Phellinus chrysoloma*). Na povrchu kmenů probíhají v pokročilejších fázích humifikační procesy, které jsou provázeny kolonizací mechrostů. Běžným jevem je i nálet semenáčků na těchto kmenech (JANKOVSKÝ 1999)
5. Masová infekce právě odumřelého nebo odumírajícího kmene hnědou hnilobou troudnatce páskovaného (*Fomitopsis pinicola*). Tento typ dekompozice je velmi specifický a v horských oblastech velmi rozšířený. Dřevokazná houba však není vesměs primárním startujícím ani mortalitním stresorem. Velmi nápadný je masový výskyt této houby v porostech postižených lýkožroutem smrkovým (*Ips typhographus*), které byly ponechány samovolnému vývoji. K infekci touto houbou dochází místy mechanického poranění, např. skrze závrtý lýkožrouta. V případě, že v době odumření není kmen mechanicky poškozen, je schopnost kolonizace substrátu touto houbou omezena. S ohledem na měnící se fyzikální podmínky ve stojících kmenech klesá i možnost pozdější infekce touto houbou. Kmeny infikované troudnatcem pásovaným se poměrně brzy (od 4 do 6 let) lámou ve výšce 1 – 8 m, kmen se postupně rozpadá hnědou hnilobou. Postupně je troudnatcem infikována i pařezová část, kořeny pouze v případě jejich obnažení. V zemi uložená dřevní hmota kořenů je rozkládána především třepenitkou svazčitou (*Hypholoma fasciculare*), v menší míře rovněž třepenitkou makovou

(*Hypholoma capnoides*), šupinovkou jehličnanovou (*Gymnopilus sapineus*), případně i dalšími druhy. Povrch kmenů není vzhledem k fyzikálním a chemickým vlastnostem hnědé hniloby masově kolonizován mechorosty a zůstává holý. V pozdějších fázích je silně degradované dřevo porůstáno travinami, borůvkou a výjimečně i semenáčky dřevin. Semena dřevin sice na hnědé hnilobě klíčí, ale vzhledem k minimální schopnosti hniloby udržet vlhkost trpí letními přísušky (JANKOVSKÝ 1999; SVOBODA & LEPŠOVÁ 2004).

6. Na smýcených a odkorněných kmenech, které jsou ponechány na místě, případně na stojících a po dlouhou dobu intaktních „mumifikovaných“ souších v extrémních podmínkách. Jako příklad mohou posloužit odumřelé „imisi“ porosty, ponechané přirozenému vývoji. Kmeny jsou pozvolna infikovány a po celé délce kmene rozkládány hnědým tlením trámavek. Jak trámovka plotní (*Gloeophyllum sepiarium*), tak i trámovka jedlová (*Gloeophyllum abietinum*) rozkládají především vnitřní část kmene. Povrch kmene je zdánlivě nepoškozen a jeho skelet odolává velmi dlouho rozkladu. Hnědá hniloba působená trámovkami je díky nižší vlhkosti označovaná jako suchá. Dřevní hmota kořenového systému může být rozkládána václavkou (*Armillaria ostoyae*), časté jsou třepenitky (*Hypholoma sp.*) a šupinovka jehličnanová (*Gymnopilus sapineus*). S ohledem na vlhkostní poměry a vyšší aciditu hnědého tlení nebyla pozorována na povrchu kmenů přirozená obnova, rovněž nárůsty mechů jsou omezeny na jednotlivé stélky (JANKOVSKÝ 1999; JANKOVSKÝ et al. 2002).
7. Případy, ve kterých dojde k pádu zdravého kmene v důsledku působení nebiotického faktoru, jsou kolonizace a sukcese dřevní hmoty kmene vysoce závislé na místních podmínkách (JANKOVSKÝ 1999).
8. Houby, které působí lokálně omezené hniloby v okolí poranění, jsou bělochoroš hořký (*Postia stiptica*), b. pýchavkovitý (*P. ptychogaster*) aj. (JANKOVSKÝ 1999).
9. Na kládách méně rozložených bez vegetace se nejčastěji vyskytují ohňovec isabelový (*Phellinus viticola*), který způsobuje bělovou jemně voštinovou hnilobu, troudnatec páskovaný (*Fomitopsis pinicola*), který způsobuje hnědou kostkovitou hnilobu, šířící se různými částmi kmene. Bránovítec jedlový (*Trichaptum abietinum*) se obvykle vyskytuje ve vrcholové části kmene a na bázích větví, způsobuje bílou voštinovou hnilobu. Outkovka řadová (*Trametes serialis*) rozkládá povrchovou vrstvu dřeva a způsobuje hnědou kostkovitou hnilobu (JANKOVSKÝ et al. 2002; SVOBODA & LEPŠOVÁ 2004).
10. Klády silně rozložené bez vegetace nebo s vegetací vykazují změnu v zastoupení hub. Kromě druhů, které přetrvávají z dřívějších fází rozkladu, jako jsou ohňovec isabelový (*Phellinus viticola*), troudnatec páskovaný (*Fomitopsis pinicola*) a další, se v pokročilých

fázích rozkladu objevují plodnice dalších druhů. Nejvýznamnější z nich je ohňovec ohraničený (*Phellinus nigrolimitatus*), který způsobuje výraznou voštinovou hnilobu uvnitř rozkládajícího se dřeva. Novým častým druhem na silně zetlelých kládách, které jsou částečně zanořeny v podkladu a přerostlé vegetací, je čirůvka zdobná (*Tricholomopsis decora*), která způsobuje bílou nevýraznou hnilobu. Anýzovník vonný (*Gloeophyllum odoratum*) (hnědá hniloba) a třepenitka roztroušená (*Hypholoma marginatum*) jsou další druhy charakteristické pro pozdější fáze rozkladu dřeva (SVOBODA & LEPŠOVÁ 2004).

11. Na pařezech je nesmírně důležitým druhem působícím hnědé tlení anýzovník vonný (*Gloeophyllum odoratum*), hojně jsou různé duhy helmovek, krásnorůžek slizký (*Calocera viscosa*), kroupka rosolovitá (*Dacrymyces stillatus*), rosolozub huspenitý (*Pseudohydnum gelatinosum*) aj. (JANKOVSKÝ 1999).
12. Specifickou skupinou jsou hlenky, využívající organické zbytky na povrchu rozkládajícího se dřeva. Nejběžnějším druhem je vlčí mléko červené (*Lycogala epidendrum*), slizovka tříslová (*Fuligo septica*), válečkovka keříčkovitá (*Ceratiomyxa fruticulosa*) aj. (JANKOVSKÝ 1999).
13. Druhy, které se podílejí na čištění kmenů a na rozkladu nehroubí, jsou nejčasteji již zmíněné houby bílého tlení pevník krvavějící (*Stereum sanguinolentum*) a bránovitec jedlový (*Trichaptum abietinum*), resp. bránovitec tmavofialový (*Trichaptum fusco-violaceum*) (JANKOVSKÝ 1999; JANKOVSKÝ et al. 2002).

3.7 Rychlost rozkladu odumřelého dřeva

Doba, po kterou odumřelé dřevo v lese přetrvává, závisí na mnoha faktorech jako je velikost a druh stromu, klima, příčina smrti, množství kůry na kmeni, přítomnost vegetace aj. Dekompoziční proces postupuje z okrajových částí do středu. Kmeny menších rozměrů jsou rozkládány rychleji než kmeny větších rozměrů, obdobně je tomu i u pařezů, které se rozloží rychleji než souše nebo klády (SIITONEN et al. 2000; NARUKAWA et al. 2003). Smrkové dřevo je relativně měkké a má nižší obsah pryskyřice, proto může být rozloženo rychleji, než ostatní jehličnaté druhy (ZIELONKA, PIATEK 2004). Odumřelé stromy mohou přetrvávat v lese od několika let v tropech, až po staletí v lesích mírného pásu (HAGAN, GROVE 1999).

Aby byla rychlost dekompozice co nejvyšší, je nutné, aby mezi smrtí stromu a pádem kmene na zem nebyla žádná časová prodleva. To závisí na příčině smrti. V případě, že smrt stromu způsobí vítr, sněhové srážky nebo houbová infekce, které zapříčiní vývrát nebo zlomení stromu a jeho následný pád, kmen se stane součástí přízemního lesního patra okamžitě, což urychluje proces jeho rozkladu. Dalšími možnými důvody odumření stromu jsou houbové

patogeny, hmyz (např. žír kůrovce - *Ips typhographus*) a znečištěné ovzduší, kdy odumřelé stromy zůstávají stát jako souše. Nejvýznamnější rozdíly v době rozpadu jednotlivých klád jsou způsobeny časem, po který strom zůstává stát jako souše. O tuto dobu je ve skutečnosti proces rozkladu opožděn. Souše průměrně zůstávají stát 22 let, tato doba se v některých případech může protáhnout až na 90 let (STORAUNET, ROLSTAD 2002). Dalším významným faktorem, který může výrazně zpomalit rozklad klád, je přítomnost skal nebo velkých kamenů na zemi, které zamezují kontaktu klád s půdou na dlouhou dobu (ZIELONKA 2006a). Čas, který uplyne, než se odumřelé dřevo úplně rozloží a stane se součástí půdního profilu, je tedy velmi variabilní.

ZIELONKA (2006a) se zabýval výzkumem vlivu času na rozklad klád smrku ztepilého (*Picea abies*) v klimatických podmínkách horské smrčiny v západních Karpatech. Průměrný minimální čas nutný pro úplný rozpad klády je alespoň 70 až 80 let a může být prodloužen až na 100 let (v důsledku příčin zpomalujících proces rozkladu). Poměrně dlouhou dobu zůstávají kmeny v těchto podmínkách relativně nenarušené (průměrně 30 let).

HOLEKSA (2001) zjistil že doba, která musí uplynout, než se strom od chvíle jeho smrti úplně rozloží a zmizí z povrchu půdy v podmínkách subalpínské smrčiny Babí Hora, se pohybuje v rozsahu od několika let do 150 let, někdy i déle. V boreálních lesích jihovýchodního Norska celý proces dekompozice, tedy od chvíle, kdy strom spadne na zem, průměrně trvá 100 let (STORAUNET, ROLSTAD 2002).

3.8 Význam odumřelého dřeva

3.8.1 Odumřelé dřevo jako substrát a jeho kolonizace

Proces rozkladu odumřelého dřeva významně mění fyzikální a chemické vlastnosti dřeva jako substrátu pro rostliny a semenáčky. Rozkládající se dřevo se vyznačuje zvýšenou vlhkostí v porovnání s půdou a během sušších období poskytuje rostlinám dostatečnou vláhu. Vytváří specifické podmínky pro uchycení spor a semen, jejich vyklíčení a následný růst (ZIELONKA, PIATEK 2004; ZIELONKA 2006b)

S postupujícím procesem rozkladu je dřevo kolonizováno mikroorganizmy, houbami, rostlinami a bezobratlými živočichy (ZIELONKA 2006b). Jako první se na dřevě objevují některé lišejníky, mechorosty a houby, které rostou často ještě na živých stromech jako epifyty. Představují tak první skupinu, která začíná s rozkladem ještě během růstu. Po odumření stromu přicházejí na řadu játrovky, mechy a nakonec obsazují klády epigeické druhy mechorostů, byliny a semenáčky stromů (ZIELONKA, PIATEK 2004). Kolonizaci klád epixylickými mechorosty a cévnatými rostlinami významně napomáhá mikorhiza tím, že podhoubí hub

rozkládá celulózu a lignin. Tím umožňuje těmto druhům saprofytický způsob života (ZIELONKA 2006b).

Čerstvě padlé klády nemohou být rostlinami využity, protože kůra i dřevo je příliš tvrdé. Semena a spory mají potíže s přichycením a udržením se na hladkém povrchu (ZIELONKA, PIATEK 2004). Přibližně po 20 letech od smrti stromu povrch dřeva popraská a objeví se malé trhlinky (HOLEKSA 2001), které umožní usazení a uchycení semene. Hustota dřeva klesá a tím se zvětšuje prostor vhodný pro růst (ZIELONKA 2006b). Pravděpodobnost obsazování klád rostlinami stoupá se zvyšující se výčetní tloušťkou. Větší povrch nejspíš usnadňuje možnost uchycení semene a poskytuje i stálější stanovištní podmínky, zejména dostatečnou vlhkost. Slabší klády nemají tak velkou vlhkovostní kapacitu, k jejich úplnému vyschnutí však nedochází, neboť snadno vedou vlhkost obsaženou v půdě (ZIELONKA, PIATEK 2004).

Obr. 3: Rozkládající se pahýl poskytující substrát různým druhům rostlin



3.8.2 Význam pro obnovu smrku ztepilého (*Picea abies*)

Rozkládající se dřevo poskytuje stálé a příznivé podmínky pro vyklíčení semen smrku v průběhu jeho dekompozice. Optimální podmínky pro klíčení a následný růst smrku nastávají přibližně po 30-ti až 60-ti letech od odumření stromu. Za tuto dobu se čerstvě padlý kmen přemění na vhodný substrát pro regeneraci smrku v horských podmínkách. Padlé kmeny mohou být i přesto obsazeny semenáčky již v krátké době po pádu. Semenáčky jsou schopné na něm po několik desítek let růst pomalu a využívat pozvolného rozkládání dřevní hmoty (ZIELONKA 2006b).

Počet semenáčků se zvyšuje s rozkladným procesem, to pravděpodobně vyplývá z fyzikálních a chemických změn v substrátu, které příznivě působí na obnovu (ZIELONKA 2006b). Stoupající trend se mění u nejvíce rozložených klád, kde množství semenáčků výrazně poklesne. Tento pokles může být způsoben odumíráním starších jedinců smrku v důsledku špatných světelných podmínek. Mladí jedinci smrku jsou schopní do určitého věku snášet i vysoký zástin, v důsledku toho mají velmi pomalý růst (semenáčky dosáhnou výšky pouze 1 m přibližně po 30. roku věku). Když se však poté světelné podmínky nezlepší, mladý stromek odumře a jeho místo mohou zaujmout noví jedinci, kteří vznikají vyklíčením ze semen, které produkuje hlavní stromové patro (MUSIL et HAMERNÍK 2003; ZIELONKA 2006b; SVOBODA 2007). Tato tzv. semenná banka je neustále doplňována (ZIELONKA 2006b). V případě, že dojde k odumření jedinců z hlavního stromového patra a vytvoří se příhodné světelné podmínky, semenáčky z této banky zmlazení okamžitě začnou odrůstat a tím je zajištěna kontinuita lesa (SVOBODA 2007).

SVOBODA (2007) zjišťoval, zda distribuce semenáčků smrku ztepilého v prostoru je náhodná nebo je vázána na určitý typ stanoviště. Zjistil, že menší semenáčky výrazně preferují mikrostanoviště jako mech, jehličí, pahýl nebo kláda. Se zvyšující se výškou jedinců se zvyšuje i podíl jedinců rostoucích na mikrostanovištích pahýl a kláda. Zatímco na souhrnném mikrostanovišti vegetace, zahrnujícím většinu povrchu plochy, byl podíl jedinců smrkové obnovy minimální.

K podobným výsledkům dospěl i ZIELONKA (2006b), který uvádí, že odumřelé dřevo pokrývalo pouze 4 % plochy lesní půdy, i přesto se na něm vyskytovalo 43 % všech nalezených semenáčků.

Preference určitých typů mikrostanovišť v rámci porostu naznačuje faktory omezující uchycení a případné odrůstání jedinců smrku. Smrk není schopen konkurovat okolní vegetaci, proto má velmi malou šanci vyklíčit a přežít na zemi. Odumřelé dřevo ve formě padlých kmenů, případně pahýlů je hlavním, tzv. bezpečným stanovištěm pro klíčení a odrůstání smrku.

Díky vyvýšené pozici jsou potlačeny konkurenční vlivy ostatních rostlin (buřeň, borůvčí), zároveň se zdá, že byliny pokrývající klády pravděpodobně nebrání regeneraci smrku (ZIELONKA, PIATEK 2004; JANKOVSKÝ et al. 2006; ZIELONKA 2006a, b; SVOBODA 2007).

Na zemi ležící dřevo semenáčky chrání proti extrémním klimatickým vlivům působícím v horských smrčínách, slouží jako přirozená bariéra proti plazícímu se sněhu, zpomaluje přízemní proudění a prodlužuje vegetační dobu sazenic, protože sněh v okolí kmenů a pařezů odtává rychleji (až o dva týdny). Dále také znesnadňuje přístup vysoké zvěře k jednotlivým stromkům obnovy. (ČERNÝ et al. 2001).

Saprophytický způsob růstu smrku v počátečních fázích vývoje je doložen častým výskytem chůdovitých kořenů v původních přirozených porostech horského ekotypu smrku a také výrazně řadovou orientací bioskupin (tj. skupina společně rostoucích stromů), která kopíruje pozici odumřelého dřeva na němž původně vyrostla (ČERNÝ et al. 2001).

3.8.3 Význam odumřelého dřeva pro biodiverzitu

V přírodních lesích představuje odumřelé dřevo důležitou prostorovou a potravní niku pro bezobratlé, malé i větší obratlovce a ptáky, kteří hnízdí v dutinách stromů. Poskytuje substrát lišejníkům, mechorostům, stopkovýtrusným a dalším saproxylickým houbám a rostlinám. Různé druhy vyžadují různý typ a kvalitu odumřelého dřeva tj. velikost, stádium rozkladu, zda po smrti zůstal kmen stát nebo spadl na zem. Větší kusy odumřelého dřeva obvykle poskytují větší množství rozličných mikrostanovišť a hostí i více druhů, než menší kusy. Stanoviště s odumřelým dřevem mohou poskytovat i živé stromy ve formě tlejících dutin, odumřelých větví nebo kmeny s hnilobou jádra. Všechna tato stádia mají svou charakteristickou doprovodnou flóru a faunu.

Stromy jsou pro některé druhy velmi atraktivní ještě před svou smrtí. Staré umírající stromy a souše poskytují specifická stanoviště a prostor k hnízdění některým druhům ptáků, např. sovám, sýkorám, lejskům, brhlíkům, šoupálkům nebo kachnám. Krátce po smrti strom přitahuje specializované organizmy schopné rozkládat lignin, který strom chrání. Jedná se hlavně o houby a některé druhy bakterií, které otevírají zdroje do této chvíle ve dřevě uzavřené. Objevují se prasklinky na povrchu a jádro dřeva se mění tak, že může být vstřebáváno i jinými organismy. Nyní přicházejí na řadu rostlinné a živočišné druhy, které se živí takto vzniklou organickou hmotou. Tato skupina zahrnuje mnoho druhů brouků. Současně s jejich nastěhováním přicházejí na řadu i jejich predátoři, datlík tříprstý (*Picooides tridactylus*), strakapoud velký (*Dendrocopos major*), datel černý (*Dryocopus martius*) a další, tyto druhy kvůli potravě hloubí do stromů otvory. Jimi vytvořené dutiny potom jiné druhy využívají k hnízdění (DUDLEY et al. 2004).

Z výše uvedených organismů je každý vázán odlišným způsobem na různý typ odumřelého dřeva různého původu. Obr. 17 zobrazuje různé formy odumřelého dřeva, které je možné v lese a na stanovištích s ním spojených nalézt, jejich význam a využití různými organismy. Aby byla druhová diverzita v lese zachována v maximálním možném rozsahu je nutné, aby byl každý z těchto typů dřevní hmoty v lese přítomen. Výskyt jednotlivých druhů ovlivňují i další faktory, jako je přirozenost stanoviště, abiotické (podloží, reliéf, půdní podmínky, podnebí, teplota, vlhkost vzduchu, expozice, nadmořská výška, vlhkost dřevního substrátu, zastínění a osluněnost dřevní hmoty) a biotické faktory (druh dřeviny, dimenze a stupeň rozkladu dřevního substrátu, stáří odumřelé dřeviny a přítomnost kůry na ponechaném padlém kmeni).

Biologická rozmanitost v přirozených lesích je mnohem vyšší než v lesích hospodářských. To dokládá výzkum provedený v jižním Finsku, kde byla pozorovaná druhová bohatost stopkovýtusných hub v přirozeném lese a ve dvou typech hospodářských lesů (les mýtního věku, tzn. věk do 120 let a přestárlém lese, věk nad 120 let). V přírodním lese se nacházelo o 80 % druhů více než ve vyspělé a o 38 % více než v přestárlé kmenovině. Významný se ukázal i rozdíl mezi počtem nalezených ohrožených druhů, jejichž výskyt byl významně větší v přírodním lese než v obou hospodářských lesích (PENTTILÄ et al. 2004)

3.8.3.1 Houby

Dřevo je druhově nejbohatším substrátem lesního ekosystému z hlediska výskytu vyšších hub. Více jak polovina druhů hub, rostoucích v lesích, je přímo vázána na dřevo v různých fázích rozkladu. Vezmeme-li v úvahu i nepřímé vazby, pak je množství na dřevě závislých druhů hub ještě vyšší (JANKOVSKÝ et al. 2006).

3.8.3.2 Lišejníky a mechy

Mechy a játrovky začínají kolonizovat klády krátce po smrti stromu a jsou přítomné i na více rozložených kládách. Mechová pokrývka na spadlých kmenech roste s postupujícím rozkladem klád (NARUKAWA et al. 2003).

Lišejníky se objevují na kládách ve všech stádiích rozkladu. Epifytické druhy lišejníků (*Usnea sp.*, *Hypogymia sp.*) dominují čerstvým kládám, později jsou nahrazovány epixylickými druhy (*Caldonia sp.*) (ZIELONKA, PIATEK 2004).

3.8.3.3 Cévnaté rostliny a semenáčky dřevin

První cévnaté rostliny se objevují na smrkových kládách nejdříve po 20-ti letech od odumření stromů, kdy jim klády poskytují minimální vhodné podmínky pro vyklíčení a růst. Nejvhodnější podmínky pro většinu druhů rostlin však nastávají přibližně po 50-ti letech od odumření stromu. Největší počet rostlinných druhů lze pozorovat na středně rozložených kládách. Množství rostlinných druhů mírně klesá se stoupajícím stádiem rozkladu (tzn. na nejvíce rozložených kládách), to může být konkurenční efekt, způsobený hojností borůvky (*Vaccinium myrtillus*) (ZIELONKA, PIATEK 2004).

Podle výzkumu ZIELONKY & PIATKA (2004) lze cévnaté rostliny rostoucí na rozkládajícím se dřevě rozdělit do 3 skupiny.

1. Do této skupiny je možné zařadit expanzivní byliny, jejichž výskyt je hojnější se vzrůstajícím stádiem rozkladu: borůvka (*Vaccinium myrtillus*), šťavel kyselý (*Oxalis acetosella*), brusinka (*Vaccinium vitis-idea*), kaprad' osténkatá (*Dryopteris carthusiana*) a semenáčky smrku ztepilého (*Picea abies*).
2. Jedná se o druhy, které se vyskytují na více než 20 % klád a pokrývají relativně velkou plochu odumřelých kmenů: papratka horská (*Athyrium distentifolium*), plavuň pučivá (*Lycopodium annotinum*), bika lesní (*Luzula sylvatica*).
3. Ostatní druhy, které lze na kmenech nalézt jen sporadicky a jejich výskyt nemá žádnou spojitost se stupněm rozkladu.

3.8.3.4 Hmyz

Typy vazeb jednotlivých druhů hmyzu na dřevo jsou při šíři jeho životních strategií různé. Dřevní hmota je využívána nejen vývojovými stadii, ale i dospělci. Vývojová stadia využívají odumřelou dřevní hmotu jako původce potravy a životního prostředí, hostitele hub, lišejníků, vyšších rostlin aj. druhů hmyzu, na nichž jsou potravně závislé. Dospělci využívají odumřelou dřevní hmotu jako potravu, úkryt, místo k páření nebo jako místo k lovu (JANKOVSKÝ et al. 2006).

Různé organismy jsou rovněž vázány na různé dřevní mikrobioty, různých tlouštěk, v různých stupních odumírání či rozpadu, s přítomností nebo naopak absencí kůry. Větve využívají např. tesařici rodu *Stenostola*, *Oplosia*, *Grammoptera* nebo krasci rodu *Anthaxia*, *Agilus* apod., otevřené osluněné dutiny vyhovují např. larvám zlatohlávků, nebo řadě kovaříků (jako jsou *Limoniscus violaceus*, *Ischnodes sanguinicollis*, *Ampedus quadrisignatus*) aj. Uzavřené přízemní dutiny poskytují vhodné podmínky např. potěmníkům, některým drabčičkům (*Staphylinidae*), mršníkům (*Histeridae*), kovaříkům (např. kovařík *Ischnodes sanguinicollis*) aj.

Oděrky, závaly a zrcátka, odumřelé kořeny, stojící kmeny a ležící odumřelé kmeny vytvářejí vhodné životní podmínky řadě rozličných druhů (JANKOVSKÝ et al. 2006).

Obr. 4: Odumřelé dřevo je významné i pro drobné savce



(DUDLEY et al. 2004)

3.9 *Studium odumřelého dřeva*

Aby bylo možné objektivně zhodnotit význam a funkci odumřelého dřeva v lesním ekosystému, je nutné provést vysoké množství různých výzkumů. V závislosti na problematice je vybíráno stanoviště (jak z hlediska klimatických podmínek, tak i z hlediska managementu nebo historie území), způsob a metody výzkumu nebo rozloha zkusné plochy. Je možné si zvolit menší zkusné plochy, které budou monitorovány v pravidelně stanovených intervalech (např. každý rok) nebo velké plochy, kde bude výzkum proveden jednorázově.

Jako místo pro uskutečnění výzkumu jsou často používány přírodní lesy, bez zásahů člověka, výjimkou však nejsou ani hospodářské lesy. Nejčastěji jsou prováděny inventarizace živých stromů, stojících souší a ležícího odumřelého dřeva. Tyto inventarizace jsou prováděny proto, aby mohl být stanoven objem, který odumřelé dřevo v lese představuje a jaký je jeho podíl z celkového množství dřevní hmoty (živé i odumřelé kmeny) nacházející se v lese. Dále je zjišťováno stádium rozkladu souší, pahýlů a klád, případně jejich věk, tzn. doba, která uplynula od smrti stromu. Často je cílem studie prokázat, zda výskyt organismů žijících v lese je závislý či nezávislý na přítomnosti, velikosti zásoby, dimenzi odumřelého dřeva či stádiu rozkladu nebo jiných vlastnostech.

3.10 Management odumřelého dřeva, pralesy kontra lesy hospodářské

Po generace zde panoval názor, že odumřelé dřevo je něco, co do lesa nepatří a proto by mělo být z lesa odstraňováno. Odumřelé stromy jsou útočištěm chorob a škůdců a staré stromy jsou znakem špatného hospodaření v lese a profesním nedostatkem hospodáře. Mnoha uživatelé lesa je odumřelé dřevo vnímáno jako nepořádek v lese a je možné ho použít na palivo, proto je jeho ponechávání v lese k zetlení, bráno jako plýtvání. Ve většině lesů na našem území jsou ponechávány pouze mladé stromy, jen málokdy starší sta let. Přirozené lesy s rozrůzněnou věkovou strukturou, kde lze nalézt jak mladé semenáčky, tak i staré, umírající i odumřelé stromy, představují pouze malé procento z celkové plochy lesů. Mnoho lidí, kteří např. nebydlí v jejich blízkosti, nezajímají se aktivně o přírodu nebo se nevěnují turistice, takový les snad ani nepozná. Může to být způsobeno jejich omezenou rozlohou, špatnou dopravní dostupností či přísnými pravidly, nedovolujícími volný pohyb mimo vyznačené stezky a sběr lesních plodů, čímž se takový les stává neatraktivním pro širokou veřejnost. Nejdříve bude nutné vyvrátit tyto mýty a zajistit všeobecné povědomí o významu přítomnosti starých, umírajících a uhynulých stromů, aby mohl lesní ekosystém plnit všechny ekologické funkce.

Odumřelé dřevo a jeho biodiverzita hraje klíčovou roli pro podporu lesní produktivity a řadu ekologických funkcí, jako stabilizace lesního ekosystému, zásobárna a zdroj uhlíku nebo zajištění koloběhu živin a toku energie. I přes významnou důležitost je odumřelé dřevo na kriticky nízké úrovni v mnoha Evropských zemích. Hlavním důvodem je nevhodný způsob managementu v hospodářských lesích, dokonce i v některých chráněných oblastech. V Evropských zemích se nachází v průměru méně než 5 % množství odumřelého dřeva, které lze očekávat v přírodních podmínkách. Odstraňování odumřelých stromů z lesa je jednou z hlavních hrozeb pro přežití téměř třetiny v lese žijících druhů (DUDLEY et al. 2004).

Na změně této situace se musí podílet jak lesní management, tak i vlády jednotlivých států. Politické i právní změny mohou zajistit, aby bylo odumřelé dřevo přijato jako klíčový prvek zajišťující stabilitu lesního ekosystému. Nutností je změna legislativy. Lesní zákon vyžaduje odklizení dřeva z lesa a tím činí jeho ponechávání v lese ilegálním. Bylo by vhodné stanovit minimální zásobu odumřelého dřeva (např. počtem kmenů daných dimenzí na ha). Je nutné odstranit nevhodné dotace, které jsou vypláceny např. za „vyčištění“ lesa po větrných bouřích, a naopak zavést subvence podporující ponechávání starých a odumřelých stromů v lese. Zajistit vzdělávání hospodářů, majitelů lesa, uživatelů i široké veřejnosti o důležitosti odumřelého dřeva. Informace mohou být předávány prostřednictvím kurzů, školení, letáků, naučných stezek uvnitř chráněných lokalit nebo vývěskami ap.

Hlavním účelem chráněných oblastí by mělo být zachování biodiverzity. Ponecháním působení přirozených procesů je zajišťována větší rozmanitost stanovišť i druhů. Často však v chráněných oblastech odumřelé dřevo schází, tím je snižována i jejich hodnota z hlediska ekologie. Těžba dřeva je často povolována už ve II. zónách NP i CHKO. Aby nedocházelo k těžbě a odstraňování odumřelého dřeva z chráněných oblastí, je nutná změna v legislativě, kde by bylo rozlišeno mezi managementem v chráněných oblastech a hospodářských lesích. Důležité je zajistit, aby nebylo možné stromy legálně kácet v chráněných oblastech, důsledně to kontrolovat a v případě nedodržení i sankcionovat.

Chráněné oblasti budou vždy představovat pouze zlomek lesních ploch. V případě, že se dostatečná zásoba různých typů odumřelého dřeva bude nacházet pouze v chráněných lokalitách a z hospodářských lesů se bude i nadále všechna dřevní hmota odklízet, výskyt vzácných a ohrožených saproxylických organismů bude omezen pouze na tato reliktní stanoviště. Organismy vázané na odumřelé dřevo lze rozlišit na specialisty a generalisty. Specialisté vyžadují pouze určitý typ odumřelého dřeva v závislosti na druhu stromu, jeho určité části (větve, kmen, kořen, pahýl, souše atd.), jisté dimenzi (tenké či silnější kmeny) a stupni rozkladu. Zatímco generalistům postačí například klest, zbytky a pařezy, které v lese zůstávají po těžbě, nebo tenké kmeny vznikající prořezávkami. Pro specializované druhy je zajištění vhodného prostředí vázáno na zjištění původního stanoviště, vytvoření nových příhodných stanovišť a zajištění propojení mezi novými a původními stanovišti, aby se tyto druhy mohly rozšiřovat (HUMPHREY et al. 2002). Původní stanoviště v tomto případě představují chráněná území, kde se tyto druhy vyskytují, nová stanoviště by měly v budoucnu tvořit lesy hospodářské. Hospodářské lesy tedy hrají významnou roli v uchování biodiverzity, proto je nutná změna v přístupu managementu odumřelého dřeva.

Úkolem správného managementu je zajistit, aby odumřelé dřevo bylo ponecháváno tam, kde bude nejpřínosnější pro biodiverzitu, jeho zásoby pravidelně monitorovat a zahrnout staré stromy a odumřelé dřevo do hospodářských plánů. Řídit se přírodní dynamikou lesa a využívat při tvorbě odumřelého dřeva přírodní disturbance (např. vítr nebo sníh), které pravidelně dodávají odumřelé stojící stromy i vyvrácené a zlomené klády, neboť tato cesta k návratu biologické rozmanitosti spojená s odumřelým dřevem je efektivnější a levnější. Dále ponechávat zbytky po těžbě a klest, tenké kmeny vzniklé prořezávkami a probírkami. Nebo při těžbě nechávat vyšší pařezy a tím vytvářet umělé souše přínosné např. pro brouky a ptáky. Je nutné uchovat různé typy stanovišť, které poskytují různé druhy odumřelého dřeva, rozličných dimenzí a stádií rozkladu. Aby ponechávání odumřelého dřeva splňovalo svou funkci v lesním ekosystému je vhodné používání výběrného, případně podrostního hospodářského způsobu.

Holosečný nebo násečný způsob není příliš vhodný. Důležité je také zachování bezpečnosti. Na místech, která jsou využívána k intenzivní rekreaci nebo na pozemcích sousedících s veřejnými cestami, kde by pád odumřelého kmene nebo větvi znamenal velké riziko je nutné, tyto kmeny a větve odstranit nebo stabilizovat (HUMPHREY et al. 2002).

Výzkumníci, potažmo vlády jednotlivých států, musí zkoumat a zajímat se o odumřelé dřevo, aby byli schopní určit, jaké množství je přítomné v přírodních lesích a jaké množství by mělo být ponecháváno v lesích hospodářských. Zásoba odumřelého dřeva, která by měla být v lese ponechána závisí na typu lesa, jeho produktivitě, sukcesním stádiu, schématu přírodních narušení, historii lesa a intenzitě lidských zásahů. Obecně lze vyjádřit za přiměřené množství zásobu pohybující se okolo $20 - 30 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ rozdělenou mezi souše, pahýly a na zemi ležící kmeny. Při zásobě nižší než $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ se už ohrožené druhy organismů nevyskytují (HUMPHREY et al. 2002; DUDLEY et al. 2004; PENTTILA et al. 2004).

V ponechávání odumřelého dřeva v lese je obsažen i jistý krátkodobý risk, kdy tím poskytneme vhodné podmínky kůrovcům a dřevokazům. Většina lýkožroutů se však nepřesune na živé stromy, využívají pouze poškozené a oslabené nebo čerstvě uhynulé stromy. Výjimkou jsou lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) a lýkohub smrkový (*Dendroctonus micans*), kteří jsou schopní usmrtit i poměrně zdravé stromy, poté co se namnoží na nedávno uhynulých nebo oslabených stromech. Odumřelé dřevo jim poskytuje vhodné podmínky pro kolonizaci jen po určitou, poměrně krátkou dobu (6 měsíců). Poté, co se kůra začne z kmenů olupovat, se stává strom vhodnějším pro kolonizaci ostatními bezobratlými a houbami. Největší riziko namnožení lýkožrouta a lýkohuba je na plochách, kde rostl smrk a došlo zde k rozsáhlému narušení větrem nebo jinou disturbancí. V případě, že se v lese bude ponechávat část stromů, které přirozeně umírají stářím nebo konkurencí, nemělo by dojít ke katastrofálnímu namnožení výše zmíněných druhů a následnému napadání živých stromů (HUMPHREY et al. 2002).

V Severní Americe a Skandinávii je princip trvale udržitelného hospodaření v hospodářských lesích založen na dynamice přírodního lesa. Odumřelé dřevo je zde bráno jako důležitá součást celého stanoviště vytvořeného přírodním režimem disturbancí (HUMPHREY et al. 2002).

Dva konkrétní přístupy vhodného managementu lze uvést z USA a Kanady. Stát New Hampshire zveřejnil v roce 1997 příručku dobrovolných doporučených směrnic lesního managementu. Příručka doporučuje ponechávání jistého počtu stojících souší na jednotku plochy (akr). V závislosti na stáří porostu uvádí počet a minimální výčetní tloušťky souší vhodných k ponechání v porostu. V případě, že by se na ploše nevyskytovaly souše doporučuje

ponechání poškozených stromů. Také navrhuje, aby jisté procento z plochy nebylo vytěženo a bylo ponecháno přirozenému rozkladu (HAGAN, GROVE 1999).

Druhý pozitivní příklad managementu pro ponechávání dřevní hmoty v lesích přichází z Britské Kolumbie. Na rozdíl od doporučení vydaných v New Hampshire, která jsou dobrovolná, se tato kritéria řídí směrnicí vydanou roku 1994 a jsou závazná. Směrnice nařizuje ponechání jistého procenta z plochy přirozenému vývoji. Tato část plochy je určena pro udržení nebo zlepšení biodiverzity přírody. Velikost území ponechávaného přirozenému vývoji se pohybuje v rozmezí 7 - 18 % z celkové plochy. Nicméně, směrnice doporučuje odvětvování a kácení odumřelých stromů a následné ponechávání kmenů na místě, aby se předešlo nahromadění souší a jejich hoření (HAGAN, GROVE 1999).

Významným rozdílem je, že důvodem k vydání manuálu v New Hampshiru byla snaha o navýšení počtu souší, zatímco v Kanadské Britské Kolumbii je snaha vyvarovat se příliš velkému množství souší v lese, které hoří snadněji, než na zemi ležící kmeny. Důležité však je, že oba státy pochopily, jak významným prvkem je odumřelé dřevo z hlediska biodiverzity.

Jestliže chceme, aby naše lesní hospodářství bylo založeno na principu trvale udržitelného hospodářství, bylo by vhodné se inspirovat lesním managementem států, kde jsou tyto principy už zavedeny a spolehlivě fungují a využít jejich dlouholetých zkušeností a mnoha provedených výzkumů. Změna managementu se neprojeví na zvýšení biodiverzity a stability lesního ekosystému okamžitě, vývoj od intenzivně využívaných lesů k lesům relativně blízkým přírodním bude trvat desítky let. Hlavním cílem je spolupracovat s přírodními procesy jako vítr, odumírání a rozklad a dovolit jim, aby měly největší vliv na strukturu a dynamiku hospodářských lesů. Zavedení přírodě blízkého hospodaření v lesích by mělo vést k zachování rovnováhy v lesním ekosystému. Stabilní lesní ekosystémy jsou schopné odolávat hmyzím škůdcům, silnému větru i houbovým infekcím, které v současné době v hospodářských lesích (nestabilních lesních ekosystémech) způsobují obrovské škody.

Obr. 5: Hospodářský les



http://pravda.klubhracu.cz/image/wallpaper_2.jpg

Obr. 6: Přírozený les



<http://www.sos-sumava.cz/tojesum/index.html>

4 Vlastní výzkum

4.1 Cíl práce

Cílem studie bylo posoudit kvalitativní a kvantitativní charakteristiky odumřelého dřeva a jejich vliv na přirozenou obnovu v horském smrkovém lese v oblasti Eustaška nacházející se v NPR Praděd.

Obr. 7: Přirozená obnova na odumřelém dřevě v horské smrčtině v Jeseníkách



4.2 Metodika

4.2.1 Historický vývoj lesů v zájmové oblasti

Původní pralesovité porosty se v oblasti Hrubého Jeseníku nacházely do počátku 18. století. V průběhu 18. století se využívání lesních porostů zintenzívnilo, až přešlo využívání lesů k zcela nekonceptnímu devastování lesních porostů. Vznikaly rozsáhlé holiny, které nebyly zpětně zalesňovány. Les řídil a měnil se v horské louky. Vzniklé hole nedokázal původní les znovu obsadit a tak postupně sestupovala horní hranice lesa níže. Podle údajů, které uváděl

v roce 1866 nadlesní Riedel, je možno tento pokles odhadnout místy až na 100 výškových metrů. Stav porostů na počátku 19. století byl kritický a v druhé polovině 19. století došlo k rozsáhlému zalesňování, byl však použit sadební materiál neznámého původu. Došlo k záměně přirozené druhové skladby a k zakládání příliš hustých porostů bez následné výchovy. To vedlo k vytvoření ekotypově nevhodných a ekologicky nestabilních porostů. Od počátku 19. století se postupně hospodaření v lesích omezovalo a po roce 1940 se ponechalo prakticky bez zásahu (tzv. konzervační přístup). V 60. letech byl vypracován generální plán pro obhospodařování horských lesů, který se však nepodařilo naplnit. Vlivem imisního zatížení lesních porostů se stav lesů v oblasti Hrubého Jeseníku výrazně zhoršil. V 90. letech se tato problematika dostává do popředí a vypracovávají se různé studie pro obnovu a uchování lesa („Studie obnovy lesa“ – Chmelíček, Smetana, Stanovský, Domes, 1988-1989; „Regionální projekt záchrany lesních ekosystémů v oblasti Jeseníků“ – Chmelíček, Lekeš, 1993-1994) (HOŠEK 1972; HOŠEK 1982; CHMELÍČEK 1994 in ČERNÝ et al. 2001).

4.2.2 Charakteristika zájmové oblasti

CHKO Jeseníky, byla vyhlášena roku 1969, její rozloha činí 740 km². Území je z 80 % pokryto lesními porosty, převážně druhotnými smrčinami. Mozaikově se zachovaly autochtonní lesy, místy charakteru pralesa. V přirozeném bezlesí v nejvyšších polohách (horské hole) se uchovala vysoká biodiverzita na všech úrovních, výrazně ovlivněná florogenetickou absencí borovice kleče (*Pinus mugo*) v tomto pohoří. Kleč se začala vysazovat koncem 19. století ve snaze o zvýšení horní hranice lesa. Výsadba nepříznivě ovlivnila řadu původních společenstev. Na zemědělskou půdu připadá asi 15 % území CHKO. Vodní plochy tvoří nepatrný podíl, asi 0,5 % (BURIÁNKOVÁ et al. 2004).

NPR Praděd se nachází v centrální části CHKO Jeseníky (viz obr. 10) v nadmořské výšce 820 - 1491,2 m n. m. NPR Praděd jako jedna z největších rezervací v České republice vznikla v roce 1991 spojením šesti státních přírodních rezervací Petrovy kameny, Velká kotlina, Malá kotlina, vrchol Pradědu, Divoký důl a Bílá Opava, celková rozloha je 2031,40 ha. Je zde zachovalá příroda nejvyšších poloh Jeseníků mající charakter severské tundry, jak ji známe z Alp či polárních oblastí. Přirozené bezlesí nad horní hranicí lesa, které se vyvinulo ve výšce okolo 1350 m n. m., má charakter vrcholových skal, alpínských holí, pramenišť a je doplněno o plochy lavinových drah v Malé kotlině, karoidu Mezikotlí a karu Velké kotliny. Lesní porosty pokrývají nižší polohy rezervace. Jsou to porosty 7. buk-smrkového a 8. smrkového lesního vegetačního stupně. Jedná se o klimaxové smrčiny s příměsí jeřábu (*Sorbus aucuparia*), níže buku (*Fagus sylvatica*) a javoru (*Acer pseudoplatanus*), které mají místy pralesovitý charakter. V údolí Bílé Opavy a v okolí Eustachovy chaty se nachází unikátní zbytky porostů smrku

horského, jesenického ekotypu s charakteristickou úzkou kuželovitou korunou a skloněnými větvemi¹⁾.

Vybrané území se nachází jihovýchodně od vrcholu Pradědu přibližně ve vzdálenosti 3 km a necelý kilometr od Eustachovy chaty severovýchodním směrem (viz obr. 11, obr. 12).

Zájmové území spadá do PLO 27 – Hrubý Jeseník. Oblast se nachází v mírném klimatickém pásu na přechodu mezi oceánským a kontinentálním charakterem podnebí. Území je charakteristické velkou proměnlivostí počasí, danou charakterem cirkulace nad střední Evropou a umocněnou horským reliéfem. Podle atlasu podnebí spadá zájmová oblast do klimatické oblasti C – chladné. Průměrná roční teplota se pohybuje od 1° do 6°C, roční průměrný úhrn srážek od 1000 do 1200 mm a průměrný počet dní se sněhovou pokrývkou je 120 až 180 dnů (ČERNÝ et al. 2001).

Geologické poměry Hrubého Jeseníku jsou velmi pestré. Na stavbě pohoří se podílejí především přeměněné (metamorfované) horniny starohor a prvohor. Na vznik reliéfu Hrubého Jeseníku měly rozhodující vliv tektonické pohyby v mladších třetihorách. V pleistocénu se zde nacházel pevninský ledovec, po něm zde místy zůstaly kamenná moře a izolované skalky (ČERNÝ et al. 2001).

Z nejvýznamněji zastoupených hornin to jsou především chloritické ruly, biotitické pararuly přecházející v sericitickou nebo chloritickou břidlici. Obal tohoto rulového jádra tvoří mladší sedimenty, převážně devonského stáří (ČERNÝ et al. 2001).

Půdy vznikající na tomto podloží jsou středně chudé až chudé, většinou mělké až středně hluboké. Ve vyšších polohách se vyskytují humusové podzoly s mocnou vrstvou humusu a silně kyselou reakcí (ČERNÝ et al. 2001).

4.2.3 Studijní plocha

Výběr lokality pro sběr dat byl stanoven na základě výzkumu „Inventarizace lesních porostů ve vybraných zvláště chráněných územích včetně zachycení jejich dvou a trojrozměrné struktury – Pilotní experiment NPR Praděd“ pro Správu CHKO provedeného v roce 2000. V předešlé studii bylo vymezeno 18 čtverců o rozměrech 50 x 50 m (ČERNÝ et al. 2001).

Pro vlastní studii byl zvolen jeden z těchto čtverců o celkové ploše 0,25 ha, souřadnice rohů tohoto čtverce jsou zobrazeny v obr. 13. Použitý souřadnicový systém je S-JTSK. Umístění v rámci NPR Praděd znázorňují obr. 11 a obr. 12. Porost ve vybrané lokalitě se nachází v 8. LVS, je několikaetážový, nejstarší stromy dosahují věku okolo 170 let.

4.2.4 Sběr dat

Na výzkumné ploše proběhla inventarizace ležícího odumřelého dřeva, stojících souší, vysokých a nízkých pahýlů, pařezů a přirozeného zmlazení. Byly zaznamenány všechny klády delší než 1 m s průměrem větším než 10 cm na silnějším konci. Do kategorie souší byly zařazeny všechny stojící odumřelé stromy bez zlomu. Odumřelé stromy s vrcholovým zlomem a výškou větší než 2,5 m spadaly do skupiny vysokých pahýlů. Nízké pahýly představovaly odumřelé stojící stromy s kmenovým zlomem a výškou nižší než 2,5 m, za pařezy byly brané nízké pahýly vzniklé kácením (pilou). Byly zaznamenány všechny souše, pahýly a pařezy s výčetní tloušťkou větší než 10 cm. Do mapy byla zanesena jejich poloha a do terénního zápisníku poznamenány charakteristiky. Zaznamenáni byli všichni jedinci přirozeného zmlazení do výčetní tloušťky 10 cm s jejich charakteristikami.

4.2.4.1 Odumřelé dřevo na zemi ležící

Zjišťované charakteristiky pro každou zaznamenanou ležící kládu byly následující: průměry D_{\min} D_{\max} , délka L , stupeň rozkladu, přítomnost a výška semenáčků nacházejících se na povrchu odumřelého dřeva. Z délky a průměrů byl následně spočítán objem odumřelého ležícího dřeva dle vzorce (ZIELONKA, PIATEK, 2004):

$$V = \pi/12 \cdot L \cdot (D_{\max}^2 + D_{\max} \cdot D_{\min} + D_{\min}^2)$$

a pomocí vzorce pro plochu lichoběžníku, byla vypočtena plocha, kterou na zájmovém území jednotlivé klády zabíraly:

$$P = L \cdot (D_{\max} + D_{\min}) / 2$$

kde:

V – objem kmene [m^3]

L - délka kmene mezi D_{\min} a D_{\max} [m]

D_{\max} – průměr čela kmene (silný konec) [m]

D_{\min} – průměr čepu kmene (slabý konec) [m]

Pro zařazení jednotlivých ležících klád do dekompozičních tříd byla zjišťována pevnost dřeva dle hloubky průniku čepule do ležící klády, přítomnost běli, větví, kůry, mechů a lišejníků, vegetace a dotyku klády se zemí.

Každá kláda byla zařazena do jedné z pěti dekompozičních tříd (POUSKA 2005):

1. třída: čerstvě padlé kmeny bez známek rozkladu, dřevo je pevné, místy lze najít živé lýko; kmen je zcela v kůře; jsou přítomny i nejtenčí větvičky
2. třída: dřevo je pevné, již nelze nalézt čerstvé lýko; přítomna je většina kůry; větve jsou přítomny, schází nejtenčí větvičky; na kmenech se místy vyskytují mechorosty a lišejníky

3. třída: dřevo je již částečně rozložené (zvenku nebo uvnitř); velké kusy kůry jsou uvolněné (nebo úplně schází); zachována je alespoň část pahýlů větví; mechorosty a lišejníky jsou hojnější, místy se objevuje i borůvčí

4. třída: většina dřeva je měkká, bez kůry; dřevo v některých místech odpadává; na kmenech zůstává velmi málo pahýlů nebo vůbec žádné; mechy, lišejníky a borůvčí se vyskytují hojně

5. třída: dřevo je velmi měkké, kopíruje terén; povrch kmene je pokrytý mechorosty a lišejníky, případně jím prorůstá vegetace

Při inventarizaci ležících kmenů byla použita následující metoda: jestliže pata kmene původního stromu ležela uvnitř plochy, odumřelé dřevo bylo popsáno jako součást plochy, i když větší část hmoty mohla ležet vně plochy. Naopak, když byla pata kmene mimo plochu, většina hmoty mohla ležet uvnitř plochy, odumřelé dřevo nebylo popsáno jako součást plochy (SVOBODA, 2005).

4.2.4.2 Souše, vysoké pahýly

Charakteristiky zjišťované u stojících souší a pahýlů byly následující: průměr kmene ve výšce 1,3 m (D_{max}), dále výška, která byla měřena pomocí dendrometrické metody, stádium rozkladu, přítomnost a výška obnovy.

Plocha, kterou ve vybraném území zabíraly pahýly a souše byla vypočítána vzorcem pro plochu kruhu:

$$P = \pi \cdot D_{max}^2 / 4$$

Stojící souše a pahýly byly zařazeny do jedné ze čtyř dekompozičních tříd (POUSKA 2005):

1. třída: čerstvě odumřelé stromy s pevným dřevem, zcela v kůře; včetně nejtenčích větviček
2. třída: dřevo tvrdé, kůra začíná místy odpadávat; většina větví přítomna (bez nejtenčích větviček); místy se začínají objevovat lišejníky; místy dlabání od ptáků (tzn. přítomnost hmyzu)
3. třída: dřevo měkké; lišejníky jsou hojnější; dlabání od ptáků je více
4. třída: dřevo měkké, bez kůry; zůstalo velmi málo pahýlů nebo vůbec žádné větve, lišejníky a dlabání od ptáků se vyskytují hojně

4.2.4.3 Pařezy a nízké pahýly

Zjišťované charakteristiky u pařezů a nízkých pahýlů byly následující: výška a průměr pařezu/pahýlu ve výšce 1,3 m, pokud výška pahýlu byla menší než 1,3 m, byl průměr odečten v maximální možné výšce. Dále stupeň rozkladu, přítomnost a výška obnovy.

Plocha, kterou ve vybraném území zabíraly nízké pahýly (příp. pařezy) byla vypočítána vzorcem pro plochu kruhu:

$$P = \pi \cdot D_{\max}^2 / 4$$

Každý pařez a pahýl byl zařazen do jedné z pěti dekompozičních tříd (POUSKA 2005):

1. třída: málo rozložený, kůra je přítomná.
2. třída: více rozložený, kůra je místy uvolněná; začínají se objevovat lišejníky a mechy.
3. třída: pařez/pahýl má stále ještě pevný střed; kůra je nejvýše na polovině plochy; lišejníků i mechu přibývá; místy se vyskytuje i borůvčí.
4. třída: povrch zůstává pevnější, ale střed je dutý; velké části kůry schází; lišejníky i mechy se vyskytují hojně; borůvčí přibývá.
5. třída: pařez/pahýl se celý rozpadá; je bez kůry; povrch je pokrytý mechorosty a lišejníky, případně jím prorůstá vegetace.

4.2.4.4 Přirozená obnova

U každého nalezeného jedince obnovy od semenáčků až po stromek byl určen druh, změřena výška a vyhodnoceno umístění ve vztahu k mikroreliéfu a odumřelému dřevu.

Jako substrát pro přirozenou obnovu bylo rozlišováno odumřelé na zemi ležící dřevo, pařezy a pahýly, souše, kořeny (pata) stojících živých stromů a půda, která zahrnuje veškerou přízemní vegetaci, tedy mechorosty, borůvčí, traviny a kapradiny. Na základě podobných vlastností jednotlivých stanovišť byly rozlišeny dvě hlavní stanoviště. Mikrostanoviště spojená s obnovou na dřevě (kořeny stromů, pařezy, pahýly, souše a ležící odumřelé dřevo) a obnovou mimo dřevo, tzn. na půdě.

Obr. 8: Obnova na odumřelém kmeni



4.2.5 Statistická analýza

Pro účely statistické analýzy byla jednotlivá mikrostanoviště sdružena na základě podobnosti substrátu. Byla vylišena dvě hlavní stanoviště – odumřelé dřevo a půda. Odumřelé dřevo zahrnovalo na zemi ležící dřevo, pařezy, pahýly a souše. Půda zahrnovala půdu s veškerou přízemní vegetací a paty stojících živých stromů. Paty, potažmo kořeny živých stromů, byly zařazeny do stanoviště půda, protože vyčíslení jejich plochy by bylo obtížné a pravděpodobně i velice nepřesné. Tato dvě stanoviště byla mezi sebou porovnávána pomocí testu dobré shody na hladině významnosti 0,005.

Byly porovnávány počty jedinců obnovy nalezených (O) na stanovištích půda a odumřelé dřevo s počty jedinců očekávaných (E) vzhledem k ploše, kterou dané stanoviště na sledovaném území představovalo.

4.3 Výsledky a diskuse

Při porovnávání zásoby odumřelého dřeva a množství přirozené obnovy je nutné vzít v úvahu několik důležitých skutečností. Výzkum byl proveden na ploše o rozloze 0,25 ha, aby bylo možné porovnávat zjištěné výsledky s jinými studii, je nutné zásobu přepočítat na plochu jednoho hektaru. Nelze zaručit, že vybraná plocha charakterizuje i okolní les a v případě, že by byla zvolena zájmová plocha o větší rozloze nebo na jiném místě byly by zaznamenány tytéž hodnoty. Zásoba v m³ byla určována pouze u spadlých klád, zatímco stojící souše, pahýly a pařezy byly pouze spočítány. Nelze proto určit celkovou zásobu odumřelého

dřeva na ploše a je nutné porovnávat pouze se studii, ve kterých bylo mezi stojícím a ležícím odumřelým dřevem rozlišováno.

4.3.1 Vliv množství a stupně rozkladu odumřelého dřeva na četnost obnovy

Na ploše 0,25 ha byla zaznamenaná celková zásoba na zemi ležícího odumřelého dřeva 21,5 m³ a v závislosti na stupni rozkladu kolísala mezi 2 – 9 m³ (obr. 14). Odumřelé dřevo celkem zabíralo 3,4 % z celkové plochy, ležící kmeny představovaly 80 m² (tj. 3,2 %), pahýly, pařezy a souše 4 m² (tj. 0,2 %). Zaznamenaná byla celkem 24 klád, 7 souší, 5 vysokých a 7 nízkých pahýlů a 1 pařez. Tabulka 1 představuje počet klád v jednotlivých stádiích dekompozice. Na ploše se nerovnoměrně vyskytují různé stupně rozkladu dřeva. Byla zaznamenaná nižší zásoba mezi kmeny nejméně a nejvíce rozloženými. Srovnatelné výsledky byly pozorovány i v horské smrčtině východních Karpat (ZIELONKA 2006a). Nižší zásoba klád v 1. třídě rozkladu je důsledkem schématu mortality stromů, kdy nejčerstvější dřevo je akumulováno ve formě souší. Podle výše uvedené definice jsou do 1. třídy rozkladu zařazeny čerstvé kmeny s tenkými větvíčkami a kůrou. Ve skutečnosti tato kritéria splňují pouze nedávno vyvrácené nebo zlomené stromy, které jsou na této ploše vzácné. Nižší objem a počet klád ve skupinách s nejvíce rozloženými kmeny (4. a 5. třída rozkladu) může být částečně způsoben postupným snižováním velikosti rozkládajících se klád. S postupující rozkladnou fází odumřelého dřeva odpadává obvodová část a zkracuje se délka klád, protože okrajové části podléhají dekompozici rychleji. Vzhledem k tomu, že CHKO Jeseníky byla vyhlášena až na konci 60. let minulého století, je možné, že dřevo, které by bylo možné zařadit do 4. a 5. dekompoziční skupiny, bylo z lesa odstraněno. Je také možné, že některé velmi rozložené klády, porostlé hustou vegetací, plně splynuly s povrchem půdy a nebyly v ostatní vegetaci na ploše rozpoznány. Kombinace všech výše uvedených faktorů se pravděpodobně odrazila na objemu, množství a ploše nejvíce rozložených klád.

Vysoká zásoba rozkládajícího se dřeva ve 2. třídě rozkladu mohla být způsobena nějakou rozsáhlejší disturbancí v minulosti.

Pro snazší interpretaci a porovnání výsledků s jinými studii bylo množství ležícího dřeva v m³ přepočteno na plochu 1 ha. Získaná data prezentuje tabulka 2. Celková zásoba ležícího odumřelého dřeva napříč třídami rozkladu představující 86 m³ha⁻¹, je srovnatelná s hodnotami zaznamenanými v klimaticky a stanovištně srovnatelných horských lesích v oblasti Šumavy, kde se zásoba pohybovala mezi 40 až 190 m³ha⁻¹ (SVOBODA 2005a) a Babí Hoře kde činila 73 až 93 m³ha⁻¹ (HOLEKSA 2001; ZIELONKA, PIATEK 2004; ZIELONKA 2006a). Zatímco v Krkonoších byla zaznamenaná zásoba klád pouze 32 m³ha⁻¹ (JANKOVSKÝ et al. 2002). Výrazný rozdíl v zásobě může být způsoben různými vývojovými cykly, v nichž se

zkoumané plochy nacházejí, dále také velikostí zkoumané plochy, odstraňováním dřevní hmoty v minulosti nebo rozložením odumřelého dřeva mezi stojící a ležící kmeny. V této studii byla mapována plocha a o rozloze 0,25 ha, na Šumavě 3,5 ha (SVOBODA 2005a), v Babí Hoře 14,4 ha (HOLEKSA 2001) a 1,43 ha (ZIELONKA, PIATEK 2004) a v Krkonoších 1,5 ha (JANKOVSKÝ et al. 2002).

Odumřelé dřevo začíná být semenáčky kolonizováno od 2. třídy rozkladu, kdy rozkládající se dřevo začíná poskytovat minimální vhodné podmínky pro regeneraci smrku. Na kmenech 2. třídy rozkladu bylo nalezeno 8 jedinců obnovy. Kolonizace prudce stoupá až do 4. stádia rozkladu, kde bylo zaznamenáno 57 jedinců obnovy i přesto, že se zásoba dřeva ve vyšších stupních rozkladu postupně snižuje. Z toho vyplývá, že s postupujícím procesem rozkladu se zlepšují podmínky pro vyklíčení semen a následný růst semenáčků. V 5. třídě rozkladu počet nalezených jedinců prudce klesá, příčinou je pravděpodobně vzájemná konkurence vzrostlé obnovy a obsazování prostoru i jinými, konkurenčně silnějšími rostlinami. Tím dochází k zastínění slabších, méně vzrostlých jedinců a k jejich usychání (tj. přirozený výběr).

Na všech kládách byly nalezeny semenáčky ve výškové kategorii do 20 cm. Z toho plyne, že klády poskytují vhodné podmínky pro vyklíčení semene během celého procesu rozkladu.

4.3.2 Množství přirozeného zmlazení a jeho rozdělení podle typu substrátu

Substráty byly mezi sebou porovnávány na základě počtu jedinců přirozeného zmlazení pozorovaných (O) a očekávaných (E) a plochy, kterou na sledovaném území představují. Na základě výsledků testovací statistiky ($\chi^2 = 2750,78$; $n = 292$; $p > 0,995$) byl nalezen průkazný rozdíl ve výběru stanoviště pro přirozenou obnovu. Na substrátu odumřelé dřevo, který představoval 84 m², rostl vyšší počet jedinců obnovy než na substrátu půda představující 2416 m².

V celém zájmovém území bylo celkem nalezeno 293 jedinců přirozené obnovy na ploše 0,25 ha, to představuje 1172 jedinců na ha. Všichni jedinci přirozené obnovy nalezení na vybrané lokalitě byly semenáčky smrku ztepilého (*Picea abies*). I přesto, že odumřelé dřevo pokrývalo pouze 3,4 % z celkové rozlohy zájmové plochy, 59 % všech semenáčků bylo pozorováno na tomto substrátu. V západních Karpatech byl nalezen pětinašobně vyšší počet semenáčků, celkem 5 462 semenáčků na ha. Odumřelé dřevo představovalo 4 % z plochy a 43 % semenáčků rostlo na něm (ZIELONKA 2006b).

Úspěšný vývoj přirozené obnovy je závislý na příznivých podmínkách, na základě toho byla nasbíraná data vyhodnocována z pohledu četnosti přirozené obnovy ve vztahu k místním

podmínkám (tzn. druhu substrátu). Výsledky zkoumání úspěšnosti obnovy smrku s postupujícím růstem v závislosti na jednotlivých mikrostanovištích jsou zaznamenané na obr. 15 a v tabulce 3.

Procentické zastoupení výškových tříd obnovy na dřevě a mimo dřevo uvádí tabulka 1. Obr. 16 zobrazuje počet jedinců skupin nalezených na dřevě a mimo něj dle jednotlivých výškových skupin. Z tabulky 4 je zřejmé, že se obnova na dřevě napříč výškovými třídami průměrně pohybovala kolem 60 %, zatímco mimo dřevo (tedy na půdě) byla zhruba 40 %, to dokazuje, že podmínky poskytující rozkládající se dřevo jsou stálé a v průběhu času víceméně neměnné.

Přes 60 % všech nalezených jedinců obnovy bylo mezi nejnižšími výškovými třídami (do 50 cm výšky), z toho 70 % bylo nalezeno na dřevě. ZIELONKA (2006b) zaznamenal rovněž vysokou četnost mezi semenáčky nejmladšími, v této kategorii bylo pozorováno až 1000 jedinců na 100 m². S přibývajícím věkem se výskyt mladých stromků snižoval a stromky starší 45 let (přibližně odpovídá výšce 1,5 m a vyšší) byly průměrně nalezeny 2 – 4 na 100 m². Z toho vyplývá, že dřevo poskytuje velmi příznivé podmínky na počátku růstu semenáčků, ale se stoupající výškou, potažmo věkem, dochází ke klesání jejich počtu (jak na dřevě, tak i mimo něj), to je pravděpodobně způsobeno kompeticí ostatních mladých stromků a ostatních rostlin a v důsledku toho dochází ke zhoršení světelných podmínek.

V kategorii obnovy do 20 cm (tabulka 4) bylo téměř 80 % semenáčků nalezeno na ležícím odumřelém dřevě, z toho plyne, že obnova je nejvíce úspěšná při první kolonizaci tohoto substrátu. S rostoucí výškou pak podíl obnovy klesá, to ukazuje na vysokou úmrtnost během juvenilního stádia, která je důsledkem silně konkurenčního prostředí.

Je možné, že některé stromky započítané do obnovy mimo dřevo ve skutečnosti rostly na odumřelé kládě, která splynula s povrchem půdy. Některé nalezené stromy prokazatelně rostly na kládě, ale jejich výčetní tloušťky dosahovaly až 50 cm (viz obr. 17), tudíž nebyly započítány do obnovy. Kombinace těchto skutečností mohla vést k nepřesnostem při vlastním měření.

Velký rozdíl, zaznamenaný mezi počtem nalezených jedinců na dřevě a mimo něj (tabulka 4) u výškové třídy do 20 cm, kde 81 % obnovy bylo nalezeno na dřevě a pouhých 19 % na půdě, mohl být způsobený vysokou vegetací na půdě, kde nízké semenáčky byly obtížně viditelné, zatímco na ležících kládách, pahýlech, pařezech, souších a kořenech stromů bylo snazší je nalézt.

5 Závěr

Výsledky výzkumů uskutečněných během několika posledních desetiletí ukázaly, že odumřelé dřevo vznikající v lesním ekosystému v důsledku mortality stromů je stejně důležitou součástí lesa jako například půda, živé stromy nebo přizemní vegetace. Ponechávání umírajících, odumřelých stojících i padlých stromů a rozkládajících se kmenů v lese má velký ekologický význam pro celé stanoviště. Podstatně přispívá k celkovému množství organických zásob v lese, ovlivňuje koloběh minerálů, živin a tok energie. Odumřelé dřevo je důležité pro zachování biodiverzity a vyváženosti biocenóz. Rozkládající se odumřelé dřevo má příznivý vliv na obnovu lesa, zejména v extrémních klimatických podmínkách horských smrčín, kde přirozená obnova je v podstatě závislá na přítomnosti odumřelého dřeva, neboť smrk není schopen konkurovat okolní vegetaci a jeho semenáčky jsou výrazně úspěšnější na odumřelých na zemi ležících kmenech. Odumřelé dřevo je také významné pro uchování stability a kontinuity lesního ekosystému.

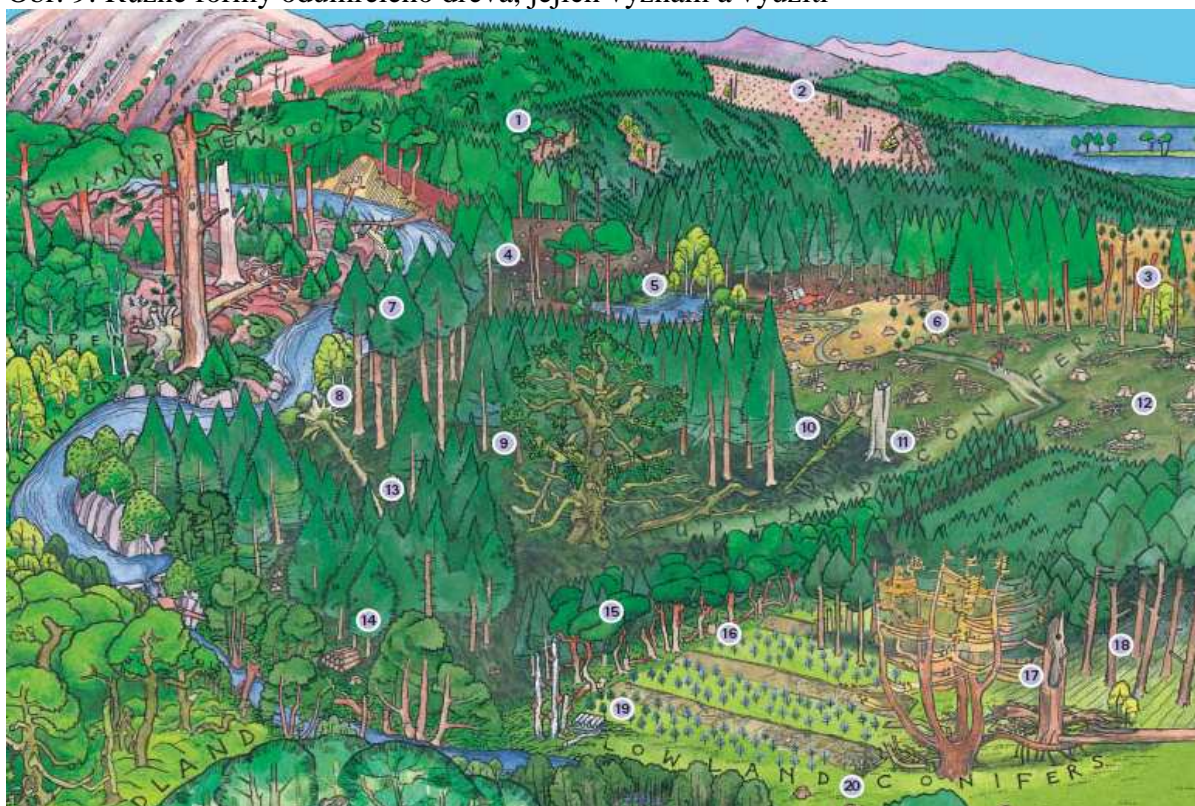
V přírodním lese žije velké množství organismů vázaných na odumřelé dřevo. Rozkládající se dřevo je společně s půdou druhově nejbohatší nikou. Vytváří v lesním ekosystému mnoho specifických stanovišť a zvyšuje tak diverzitu prostředí. Odumřelé dřevo je významným substrátem a stanovištěm pro bakterie, houby, lišejníky, mechorosty, kapradiny, semenáčky dřevin, kroužkovce, pavouky, hmyz, obojživelníky, plazy, ptáky i savce. V důsledku nevhodného způsobu hospodaření (tj. odstraňováním dřevní hmoty), došlo k vytlačení některých druhů pouze na určité plošně omezené lokality, které jim poskytují příznivé podmínky. Tyto příznivé podmínky lze nalézt pouze na nepatrném zlomku území České republiky, proto se některé druhy vázané na odumřelé dřevo dostaly na pokraj jejich vyhynutí a velká část z nich patří mezi druhy ohrožené, které si v hospodářských lesích obtížně hledají vhodné potravní nebo ekologické niky.

Tento drastický úbytek jedinců, druhů vázaných na odumřelé dřevo, by pro nás měl být jakýmsi varováním, abychom změnili náš přístup k přírodě a nevyužívali jí pouze z ekonomického hlediska. Zavedení přírodě blízkého hospodaření v lesích by mělo vést k znovuoobnovení přírodní rovnováhy, zvláště v lesích hospodářských. Dřevní hmota ponechávaná v současné době v hospodářských lesích není dostačující a je nutné, aby byla navýšena na základě spolupráce mezi lesními hospodáři, výzkumníky a pracovníky ochrany

přírody, kteří by měli nalézt určitý kompromis, který bude šetrný k přírodě a bude uspokojovat i ekonomické požadavky. Nutná bude i změna v lidském vnímání odumřelého dřeva, jako nedílné součásti lesního ekosystému a ne jako nepořádku, který musí být z lesa odklizen. Na této zásadní změně se musí podílet hlavně osvěta o nenahraditelnosti odumřelého dřeva z hlediska biodiverzity a stability lesního ekosystému.

Přílohy:

Obr. 9: Různé formy odumřelého dřeva, jejich význam a využití



(HUMPHREY et al. 2002)

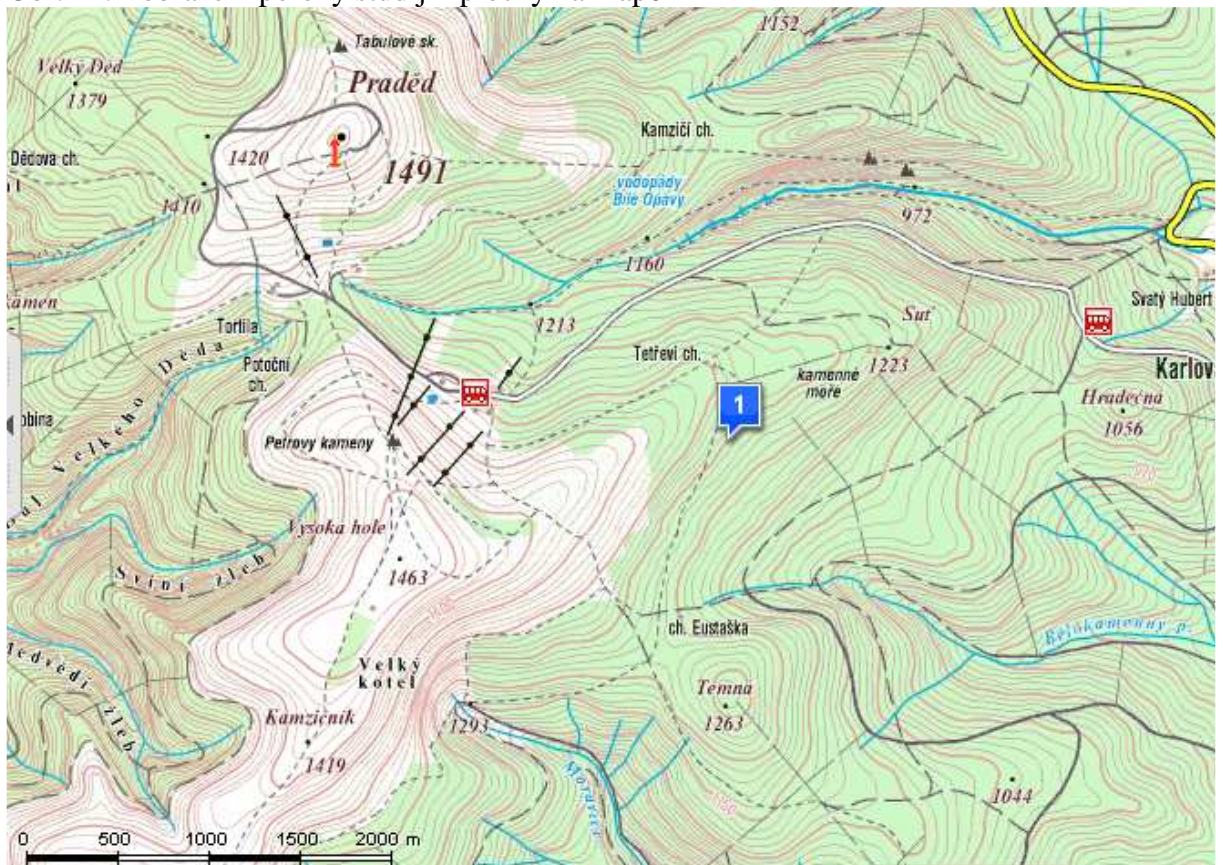
1. staré stromy, spadlé a stojící odumřelé dřevo uvnitř vyvíjejícího se stanoviště
2. souše na mýtinách sloužící k usazování dravců
3. stárnoucí stromy a odumřelé dřevo po těžbě
4. ponechávané pahýly po těžbě
5. odumřelé dřevo v rybnících a tocích poskytuje niku mechorostům a larvám tiplic
6. pahýly představují důležité niky pro lišejníky
7. souvislý zápoj porostu podporuje zvýšení diverzity a hromadění odumřelého dřeva
8. významným faktorem v zásobě odumřelého dřeva je vítr
9. staré stromy ponechávané jako výstavky
10. velké klády (o průměru větším než 20 cm) pro podporu mechorostů
11. pahýly (vyšších než 2 m) upravené motorovou pilou pro napodobení zlomu a zlepšení podmínek pro hnízdící ptáky
12. hromady klestu poskytují dočasný úkryt bezobratlým
13. hospodářské lesy, ve kterých je ponechávána dřevní hmota, by se měly nacházet nedaleko od přírodních lesů
14. probírkou hustého porostu se uvolní prostor a vzniklá dřevní hmota je ponechána na místě
15. větrolamy zajišťují zásobu odumřelého dřeva a plní funkci biokoridorů
16. při kácení vytvářet vyšší pařezy, jako stanoviště pro bezobratlé
17. malé skupinky doupných stromů poskytují prostor pro hnízdění ptáků
18. souše na stanovištích kde vyrostly
19. vytěžené klády ponechané na hromadě poskytují úkryt pro plazy a místo pro usazování dravců
20. různé druhy křídlatého hmyzu kladou svá vajíčka na pahýly

Obr. 10: Mapa znázorňující CHKO Jeseníky včetně jednotlivých NPR



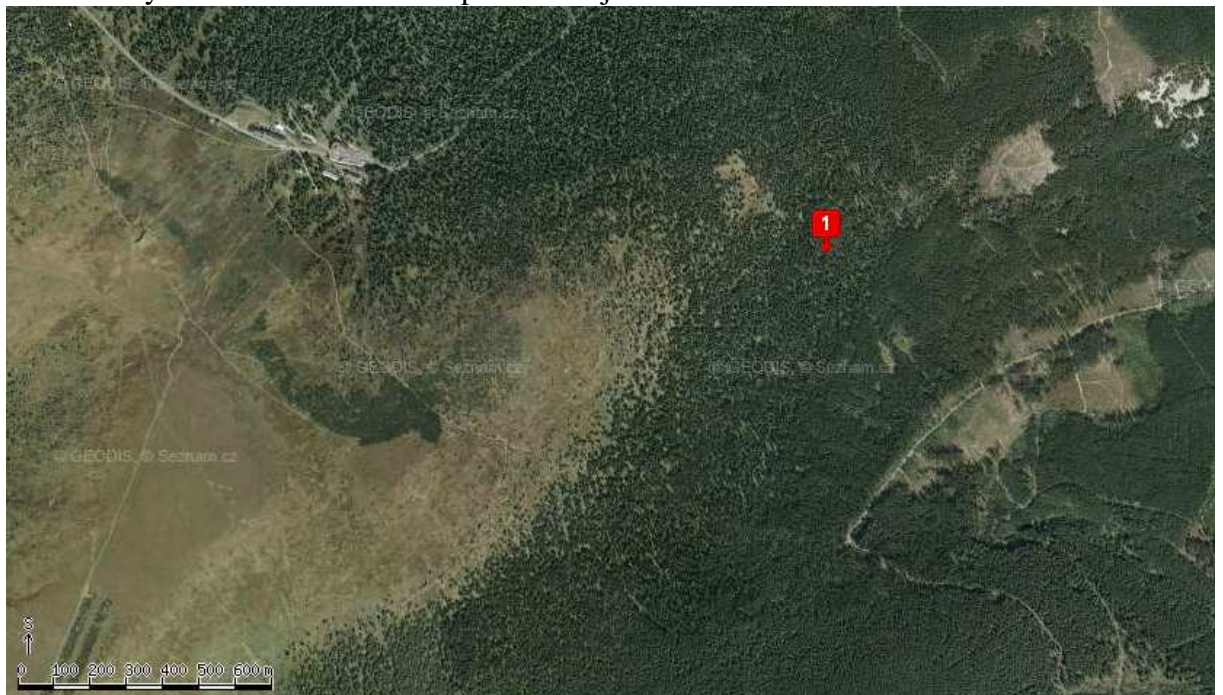
(BURIÁNKOVÁ et al. 2004)

Obr. 11: Zobrazení polohy studijní plochy na mapě



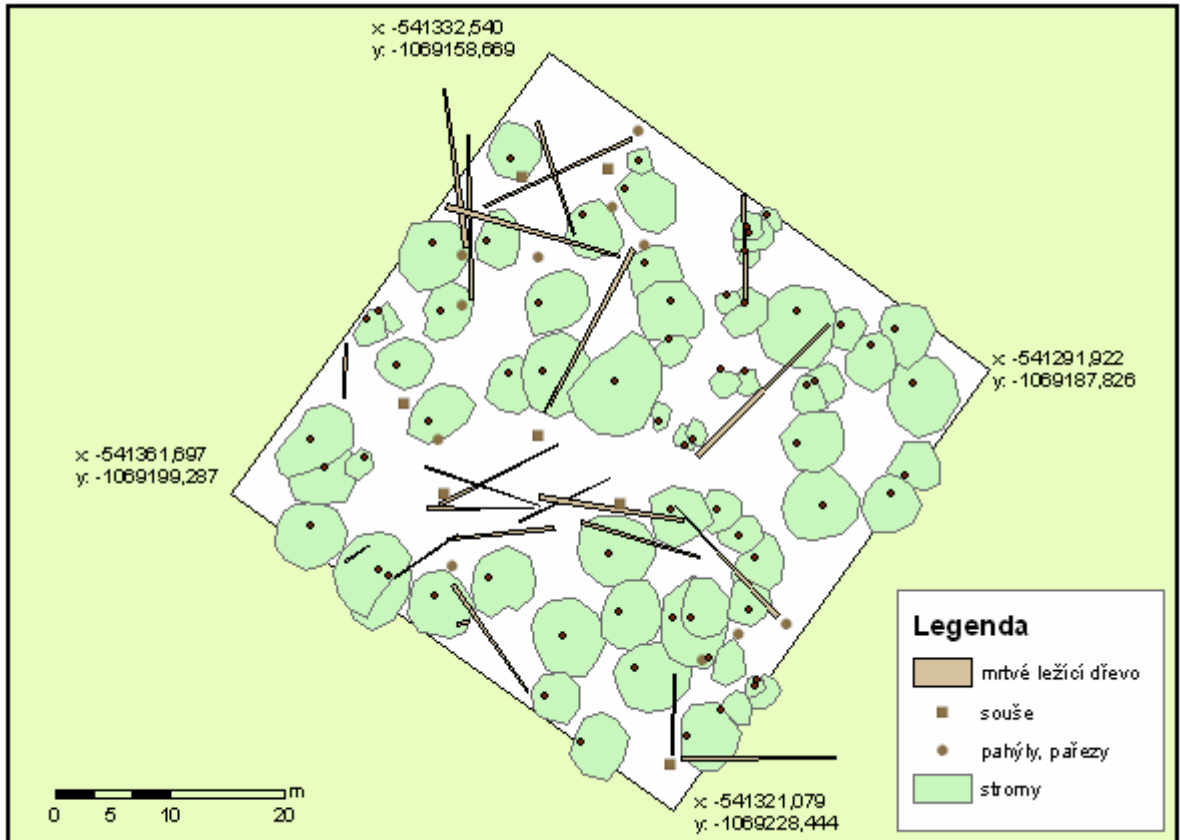
<http://supermapy.centrum.cz/>

Obr. 12: Výřez leteckého snímku s polohou zájmového území



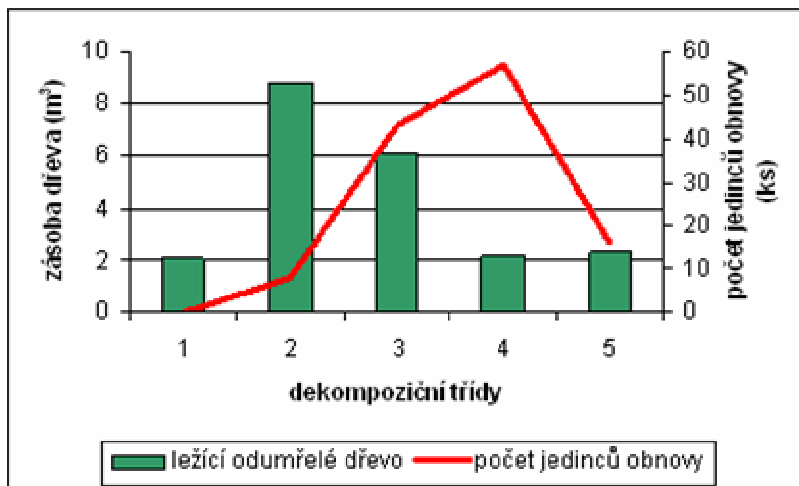
<http://www.mapy.cz/>

Obr. 13: Studijní plocha s prostorovým rozmístěním odumřelého dřeva



zdrojová data GIS poskytl Správa CHKO (výzkum 2000) - „Inventarizace lesních porostů ve vybraných zvláště chráněných územích včetně zachycení jejich dvou a trojrozměrné struktury – Pilotní experiment NPR Praděd“

Obr. 14: Zásoba odumřelého dřeva v podobě na zemi ležících klád na sledované ploše v jednotlivých třídách rozkladu a počet jedinců vyskytujících se na kmenech v jednotlivých stádiích dekompozice na ploše 0,25 ha



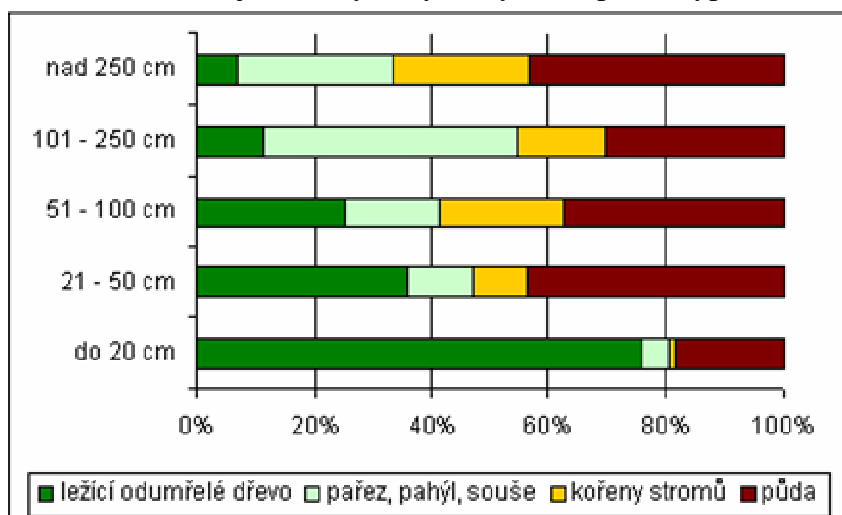
Tabulka 1: Množství odumřelého dřeva v podobě na zemi ležících klád na sledované ploše v jednotlivých třídách rozkladu na plochu 0,25 ha

dekompoziční třídy	počet na zemi ležících klád (ks) na 0,25 ha
1	3
2	7
3	8
4	2
5	4
Celkem	24

Tabulka 2: Zásoba odumřelého, na zemi ležícího, dřeva v jednotlivých stádiích rozkladu a počet jedinců přirozeného zmlazení rostoucích na kmenech v jednotlivých stádiích rozkladu přepočtené na $m^3 ha^{-1}$

dekompoziční třídy	zásoba ležícího odumřelého dřeva (m^3/ha)	počet jedinců obnovy na ha
1	8,3	0
2	35,1	32
3	24,4	172
4	8,6	228
5	9,1	64
Celkem	85,5	496

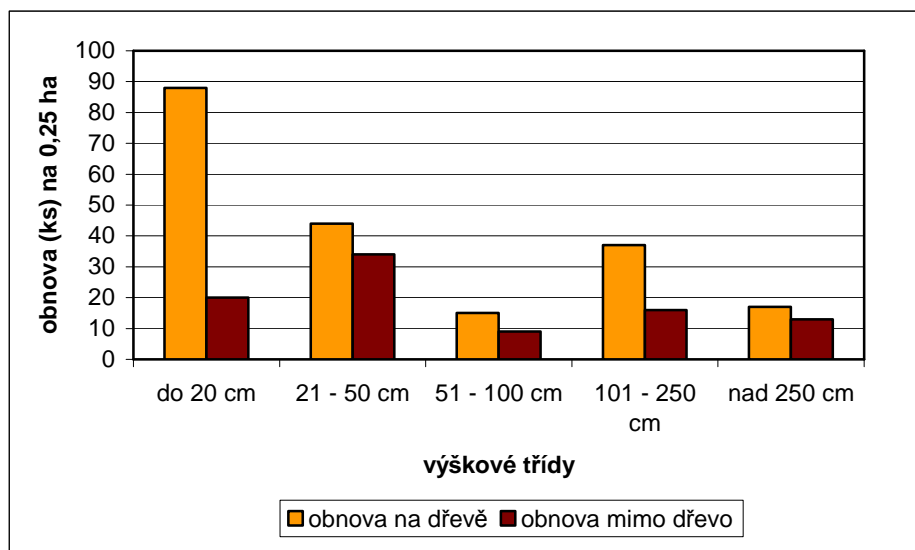
Obr. 15: Závislost jednotlivých výškových skupin na typu substrátu



Tabulka 3: Četnosti jednotlivých výškových tříd přirozené obnovy na různých typech mikrostanoviště na plochu 0,25 ha

	ležící odumřelé dřevo	pařez, pahýl, souše	kořeny stromů	půda	celkem
do 20 cm	82	5	1	20	108
21 - 50 cm	28	9	7	34	78
51 - 100 cm	6	4	5	9	24
101 - 250 cm	6	23	8	16	53
nad 250 cm	2	8	7	13	30
Celkem	124	49	28	92	293

Obr. 16: Počet jedinců přirozeného zmlazení rozdělených do výškových skupin na dřevě a mimo něj na ploše 0,25 ha



Tabulka 4: Procentuální podíl jedinců přirozeného zmlazení v jednotlivých výškových skupinách

	obnova na dřevě	obnova mimo dřevo	podíl obnovy v jednotlivých výškových třídách (%)
do 20 cm	81 %	19 %	37 %
21 - 50 cm	56 %	44 %	27 %
51 - 100 cm	62 %	38 %	8 %
101 - 250 cm	70 %	30 %	18 %
nad 250 cm	57 %	43 %	10 %

Obr. 17: Ukázka chůdovitých kořenů stromů vzrostlých na rozkládající se kládě



Použité zdroje

- BURIÁNKOVÁ, I., ČERNÁ, K., BRADÁČOVÁ, S. 2004. Popis lokality kursu zimní ekologie – CHKO Jeseníky.
- ČERNÝ, M., RUSS, R., VÍTOVÁ, G., HOLÁ, Š., VOPĚNKA, P. 2001. Podpora biodiverzity a stability lesních ekosystémů v pásmu horkých lesů Hrubého Jeseníku. Projekt MŽP Vav/620/1/0
- DUDLEY, N., EQUILIBRIUM, VALLAURI, D., WWF FRANCE 2004. Deadwood – living forests. WWF-World Wide Fund For Nature, Gland, Switzerland. 19 s.
- HAGAN, J. M., GROVE, S. L. 1999. Coarse woody debris: Humans and nature competing for trees. *Journal of Forestry* 97, 6-11
- HOLEKSA, J. 2001. Coarse woody debris in a Carpathian subalpine spruce forest. *European Journal of Forest Research. Forstw. Cbl.*, 120, 256-270
- HRADÍLEK, Z. 1999. Epixylické mechorosty a jejich substrát. Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. Správa národního parku Podyjí & Česká lesnická společnost pobočka pro silva bohemica
- HUMPHREY, J., STEVENSON, A., WHITFIELD, P., SWAILES, J. 2002. Life in the deadwood. *Forest Enterprise – Environment & Communications*, Edinburgh.
- HUSOVÁ, M., JIRÁSEK, J., MORAVEC, J. 2002: Přehled vegetace České republiky: svazek 3 – jehličnaté lesy, nakl. Academia, Praha, 127 s.
- JANKOVSKÝ, L. 1999. Některé aspekty dekompozice dřeva v lese dřevními houbami. Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. Správa národního parku Podyjí & Česká lesnická společnost pobočka pro silva bohemica 19 – 32
- JANKOVSKÝ, L., VÁGNER, A., 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, s. 70-79
- JANKOVSKÝ, L., TOMŠOVSKÝ, M., BERÁNEK, J., LIČKA, D. 2006. Analýza postupů ponechávání dřeva k zetlení z hlediska vlivu na biologickou rozmanitost
- KANTOR, J. 1971. Šlechtění smrku pro oblast Hrubého Jeseníku. *Campanula* 2. Ostrava. s. 19-24
- KOTRLA, P., KUŇÁK, D., KADLUBIEC, R., INDRA, P., HADAŠ, P., CUDLÍN, P., LIŠKA, L., LIŠKA, S., 2005. Zásady obnovy lesa v 8. LVS Hrubého Jeseníku s přihlédnutím k vlivům mikroklimatických a živinových poměrů stanoviště. Projekt Garantové služby LČR
- KRUYNS, N., FRIES, C., JONSSON, B. G., LÄMÅS, T., STÅHL, G. 1999. Wood-inhabiting cryptogams on dead Norway spruce (*Picea abies*) trees in managed Swedish boreal forests. *Canadian Journal of Forest Research*. 29, 2, s. 178-186
- Lesní zákon 289/1995 Sb.
- MADĚRA, P., ZIMOVÁ, E., 2005. Metodické postupy projektování lokálního ÚSES. Ústav lesnické botaniky, dendrologie a typologie LDF MZLU v Brně a Löw a spol., Brno. Projekt Fondu rozvoje vysokých škol za finanční podpory v rámci projektu „Metodické postupy projektování lokálního ÚSES – multimediální učebnice“

- MÍCHAL, I. 1999. Ponechávání odumřelého dřeva z hlediska péče o biologickou rozmanitost. Význam a funkce odumřelého dřeva v lesních porostech. Správa národního parku Podyjí & Česká lesnická společnost pobočka pro silva bohemica 9-17
- MUSIL, I et HAMERNÍK, J. 2003. Lesnická dendrologie 1. Jehličnaté dřeviny, skriptum ČZU, Praha, 177 s.
- NARUKAWA, Y., IIDA, S., TANOUCI, H., ABE, S., YAMAMOTO S. 2003. State of fallen logs and the occurrence of conifer seedlings and saplings in boreal and subalpine old-growth forests in Japan. *Ecological Research*, 18, s. 267-277
(NARUKAWA et al. 2003)
- PENTILLÄ, R., SIITONEN, J., KUUSINEN, M. 2004. Polypore diversity in managed and old-growth boreal *Picea abies* forests in southern Finland. *Biological Conservation* 117, s. 271-283
- PODRÁZSKÝ, V. 1999. Ekologie lesa I. Dynamika a management lesních ekosystémů, skriptum ČZU, Praha, 86 s.
- POUSKA, V. 2005. Tlející dřevo smrku a výskyt hub na Trojmezské hoře na Šumavě. Diploma thesis. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích - Biologická fakulta, 53 s.
- 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, s. 211-225
- STORAUNET, K. O., ROLSTAD, J. 2002. Time since death and fall of Norway spruce logs in old-growth and selectively cut boreal forest. *Canadian Journal of Forest Research*. 32, 10, 1801-1812
- 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*. 50: 33-45
- SVOBODA, M. 2005b. Struktura horského smrkového lesa v oblasti Trojmezské ve vztahu k historickému vývoji a stanovištním podmínkám. *Silva Gabreta*. 11: 42-63
- SVOBODA, M. 2005c. Význam tlejícího dřeva v lese na příkladu horské smrčiny. *Lesnická práce*. Ročník 85 (2005), č. 5
- SVOBODA, M. 2007. Les ve druhé zóně v oblasti Trojmezské není hospodářskou smrčinou: změní se management dřívě než vznikne rozsáhlá asanovaná plocha? *Silva Gabreta*. 13: 171-178
- ŠÁLEK, L. 2006. Pomáháme ohroženým druhům: Ochrana xylofágního hmyzu. *Lesu zdar* 1/2006 s. 24-25
- YAMAMOTO, S. I. 2000. Forest Gap Dynamics and Tree Regeneration. *Journal of Forest Research*. 5: 223-229
- ZIELONKA, T., PIATEK, G. 2004. The herb and dwarf shrubs colonization of decaying logs in subalpine forest in the Polish Tatra Mountains. *Plant Ecology* 172, 63-72
- ZIELONKA, T. 2006a. Quantity and decay stages of coarse woody debris in old-growth subalpine spruce forests of the western Carpathians, Poland. *Canadian Journal of Forest Research*. 36, 2614-2622

ZIELONKA, T. 2006b. When does dead wood turn into a substrate for spruce replacement?
Journal of Vegetation Science 17, 739-746.

webové stránky:

¹⁾ Charakteristika oblasti - Přírodní rezervace - NPR Praděd [online]. [cit. 2008-04-02]. Url:
<http://www.jeseniky.ochranaprirody.cz/index.php?cmd=page&id=3165>

obrázky [online] Url:

http://savanna.lternet.edu/gallery/albums/and/AND_HJA_old_growth.sized.jpg

<http://www.sos-sumava.cz/tojesum/index.html>

http://pravda.klubhracu.cz/image/wallpaper_2.jpg

<http://www.sos-sumava.cz/tojesum/index.html>

mapy [online] Url:

<http://supermapy.centrum.cz/>

<http://www.mapy.cz/>