

**Česká zemědělská univerzita v Praze**

**Fakulta lesnická a dřevařská**

**Katedra ekologie lesa**



Bakalářská práce

**Přirozená obnova horských pralesů  
v temperátní zóně**

Autor: Jonáš Hájek

Obor: BLES

Vedoucí práce: Ing. Pavel Janda, Ph.D.

Praha 2016



Česká zemědělská univerzita v Praze  
Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Autor práce: Jonáš Hájek  
Studijní program: Lesnictví  
Obor: Lesnictví

Vedoucí práce: Ing. Pavel Janda, Ph.D.  
Garantující pracoviště: Katedra ekologie lesa

Název práce: **Přirozená obnova horských pralesů v temperátní zóně (Evropa)**

Název anglicky: **Natural regeneration of the primary mountain forests in Temperate Zone (Europe)**

Cíle práce: Cílem práce je vypracovat literární rešerši na téma přirozené obnovy horských pralesů. Práce bude zaměřena na lesní společenstva temperátní zóny. V práci budou rozebrány jednotlivé aspekty ovlivňující proces obnovy lesa od klíčení až po odrůstání starších jedinců zmlazení.

Metodika: Literární rešerše bude vypracovaná za pomoci vědeckých poznatků z dané problematiky. Bude využito širokého spektra zahraničních a domácích pramenů. Struktura práce bude odpovídat standardním požadavkům na tento typ práce na Fakultě lesnické a dřevařské, České zemědělské univerzity v Praze.

Doporučený rozsah práce: 30 - 40 stran

Klíčová slova: dynamika lesa, narušení, sukcese, zmlazení, smrk ztepilý, buk lesní, jedle bělokorá

Doporučené zdroje informací:

1. Bače, R., Janda, P., Svoboda, M., 2009. Vliv mikrostanoviště a horního stromového patra na stav přirozené obnovy v horském smrkovém lese na Trojmezí. *Silva Gabreta* 15: 67-84.
2. Bače, R., Svoboda, M., Pouska, V., Janda, P., Červenka, J., 2012. Natural regeneration in Central-European subalpine spruce forests?: Which logs are suitable for seedling recruitment? *Forest Ecology and Management* 266: 254-262.

3. Čížková, P., Svoboda, M., & Křenová, Z. (2011). Natural regeneration of acidophilous spruce mountain forests in non-intervention management areas of the Šumava National Park the first results of the Biomonitoring project. *Silva Gabreta*, 17(1), 19-35.
4. Diaci, J., Adamic, T., Rozman, A., 2012. Gap recruitment and partitioning in an old-growth beech forest of the Dinaric Mountains: Influences of light regime, herb competition and browsing. *Forest Ecology and Management* 285: 20-28.
5. Firm, D., Nagel, T., A., Diaci, J., 2009. Disturbance history and dynamics of an old-growth mixed species mountain forest in the Slovenian Alps, *Forest Ecology and Management* 257: 1893-1901.
6. Paluch, J.,G., Jastrzabski, R., 2013. Natural regeneration of shade-tolerant *Abies alba* Mill. in gradients of stand species compositions: Limitation by seed availability or safe microsites? *Forest Ecology and Management* 307: 322-332.
7. Rammig, A., Fahse, L., Bugmann, H., Bebi, P., 2006. Forest regeneration after disturbance: A modelling study for the Swiss Alps. *Forest Ecology and Management* 222: 123-136.
8. Rozenberger D., Mikac S., Anic I., Diaci J., 2007. Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech-fir forest reserves in South East Europe. *Forestry* 80: 431-443.
9. Svoboda, M., Fraver, S., Janda, P., Bače, R., Zenáhlíková, J., 2010. Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest. *Forest Ecology and Management* 260: 707-714.
10. Zielonka, T., 2006. When does dead wood turn into a substrate for spruce replacement? *Journal of Vegetation Science* 17: 739-746.

Předběžný termín                      2015/16 LS - FLD  
obhajoby:

Elektronicky schváleno: 10. 9. 2014  
**doc. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.**  
Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno: 30. 10. 2015  
**prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.**  
Děkan

### Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Přirozená obnova horských pralesů v temperátní zóně (Evropa)“ vypracoval samostatně a použil jen prameny, které cituji a uvádím v přiloženém seznamu literatury.

Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské práce souhlasím s jejím zveřejněním dle zákona č. 111/1998 Sb. o vysokých školách v platném znění, a to bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Praze dne:

Podpis:



### Poděkování:

Rád bych poděkoval především panu Ing. Pavlu Jandovi, Ph.D. za jeho čas a odborné rady, které mi pomohly při vypracování této práce.

# Přirozená obnova horských pralesů v temperátní zóně (Evropa)

**Natural regeneration of the primary mountain forests in Temperate Zone (Europe)**

## **Abstrakt**

Tato bakalářská práce se ve své literární rešerši zabývá poznatky o přirozené obnově a dynamice horských lesů a pralesů temperátní zóny. Poukazuje na evropské horské lesy, s důrazem na Českou republiku a její typické druhy stromů (smrk ztepilý, jedle bělokorá, buk lesní) těchto oblastí. Rozebírá jednotlivé aspekty vývoje lesa ovlivňující procesy obnovy od jeho rané fáze až k přestárlým porostům. Popisuje faktory negativně ovlivňující přirozený růst těchto lesů, které lze rozdělit na globální a specifické pro české lesy i jednotlivé druhy. Podrobněji se zabývá disturbancemi, které moderní poznatky považují za významný faktor přirozené obnovy a genetických adaptací na měnící se podmínky. V našich podmínkách se jedná především o vichřice a následná přemnožení dřevokazného hmyzu, která se sebou často úzce souvisí. Při těchto disturbancích dochází k rozpadu mateřského porostu a následovného růstu nové generace stromů. Přirozená obnova je pak rozebrána velkoplošně, ale i na mikrostanovištích porušeného porostu. Všeobecné hlavní faktory ovlivňující obnovu jsou: světlo, teplo, srážky a pokrytí vegetací. Ukázalo se, že hlavním faktorem ovlivňujícím obnovu v našich horských lesích je ponechání mrtvého dřeva na stanovišti, zvláště pak pro smrkové porosty.

## **Klíčová slova**

dynamika lesa, narušení, sukcese, zmlazení, smrk ztepilý, buk lesní, jedle bělokorá

## **Abstract**

The thesis combines knowledge about natural rejuvenation and mountain forests and primeval-forests dynamics of temperate zone. It concerns European mountain forests putting emphasis on Czech Republic and its typical tree species (Norway Spruce, Silver Fir, Beech) of those areas. It analyse aspects which affects process of rejuvenation and its early stages. Examines factors that disturb natural growth of forest which can be divided into global harm and individual factors for Czech forests and each forest species. Elaborately it concerns disturbances as main factor of rejuvenation and succession and also genetic adaptation on changing conditions. In our conditions its mostly strong winds followed by bark beetle outbreak. During these disturbances old-growth forests disintegrates and rejuvenation of new generation of forest follows. Rejuvenation is affected by factors like enlightenment, heat, precipitation, vegetation coverage. Importance of leaving dead wood on site was found as main factor influencing rejuvenation, especially for spruce forests.

### **Key words**

forest dynamics, disturbance, succession, rejuvenation, norway spruce, silver fir, beech



## Obsah

<b>1. Úvod</b> .....	<b>11</b>
<b>2. Horské pralesy temperátní zóny</b> .....	<b>12</b>
2.1. Hlavní lesní vegetační stupně horských oblastí .....	13
2.1.1. lesní vegetační stupeň smrko(vo) bukový .....	14
2.1.2. lesní vegetační stupeň buko(vo) smrkový .....	14
2.1.3. lesní vegetační stupeň smrkový .....	14
2.2. Popis hlavních dřevin .....	15
2.2.1. Smrk ztepilý .....	16
2.2.2. Jedle bělokorá .....	17
2.2.3. Buk lesní .....	18
<b>3. Dynamika lesa</b> .....	<b>19</b>
3.1. Vývoj lesa .....	19
3.1.1. Velký vývojový cyklus .....	20
3.1.2. Malý vývojový cyklus .....	22
3.2. Disturbance .....	24
3.2.1. Abiotické disturbance .....	27
3.2.1.1. Větrné disturbance .....	27
3.2.1.2. Požáry .....	27
3.2.1.3. Disturbance způsobené vodou a sněhem .....	28
3.2.1.4. Změna klimatu .....	29
3.2.1.5. Další abiotické disturbance .....	29
3.2.2. Biotické disturbance .....	29
3.2.2.1. Poškození zvěří .....	30
3.2.2.2. Poškození hmyzem .....	30
3.2.3. Antropogenní disturbance .....	31
3.2.3.1. Nadměrná těžební činnost .....	32
3.2.3.2. Pastvení zvěře .....	32
3.2.3.3. Imisní vlivy .....	32
<b>4. Přirozená obnova</b> .....	<b>34</b>
4.1. Faktory ovlivňující rozsah a kvalitu obnovy .....	35
4.2. Přirozená obnova smrku .....	36
4.2.1. Vliv mrtvého dřeva .....	38
4.2.2. Ostatní mikrostanoviště .....	39
4.3. Přirozená obnova jedle .....	40
4.3.1. Problém škod způsobených zvěří .....	43
4.4. Přirozená obnova buku .....	43
4.4.1. Patogeny buku .....	45

<b>5. Závěr .....</b>	<b>47</b>
<b>6. Literatura .....</b>	<b>48</b>

## 1. Úvod

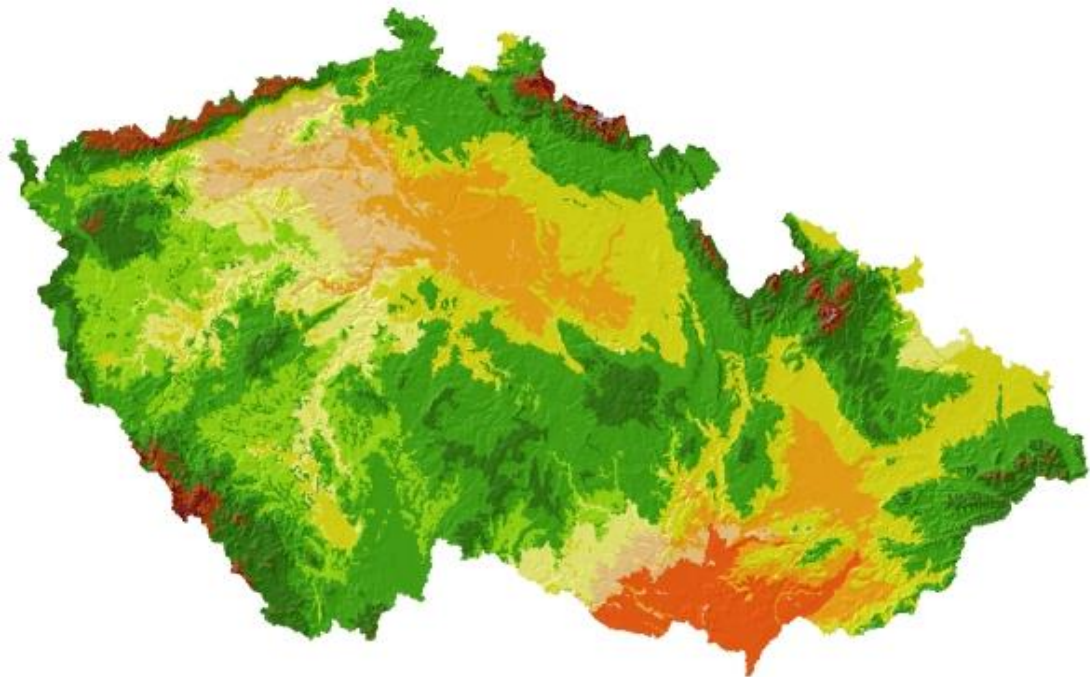
Problematikou přirozené obnovy horských pralesů temperátní zóny jsem se rozhodl zabývat, neboť se jedná o zajímavé a aktuální téma. Lesy celosvětově zaostávají za ideálním zdravotním stavem a vyhlídky do budoucna nejsou lepší. Přírodě blízké horské lesy jsou přitom jedním z ekosystémů nejvíce ohrožených globálním růstem teplot (HOUGHTON 1998). Tento a mnohé další, v práci pospané faktory zhoršují zdravotní stavy našich lesů. Právě kvalitní přirozená obnova a schopnost evoluční adaptace na změny bude klíčovou podmínkou pro přežití těchto ekosystémů jako takových. Ve své práci se zaměřuji převážně na horské lesy v České republice, kde se jedná o smrkové porosty s příměsí buku a jedle, ale i další lesy Evropských zemí, jako je Slovensko, Chorvatsko, Slovinsko, Polsko, nebo Bosna a Hercegovina. Přirozená obnova našich lesů je negativně poznamenána hlavně celkovým zdravotním stavem našich lesů, pozměněnou druhovou skladbou a vysokými stavy lesní zvěře (PRŮŠA 2001). Správné pochopení a interpretace znalostí o přirozené obnově, k nimž se snaží svým dílem přispět i tato práce, je nezbytné pro nalezení správného a koncepčního řešení. Ve snaze o přiblížení stavu našich horských lesů přírodnímu stavu spatřuji výzvu pro budoucí generaci českých, potažmo světových lesníků.

Práce si klade za cíl podat ucelenou informaci o problematice obnovy horských lesů a pralesů v Evropě. Formou literární rešerše vypracované z vědeckých poznatků domácích i zahraničních pramenů na danou problematiku shrnuje způsoby obnovy a faktory, které ji nejvíce ovlivňují, se zvláštním zaměřením na smrk, jedli a buk. Popisuje jejich obnovovací schopnosti, stejně tak jako specifická rizika s jejich obnovou spojená.

## 2. Horské pralesy temperátní zóny

Horské lesy jsou nepostradatelnou součástí naší krajiny. Pro střední Evropu je to jeden z nejcennějších ekosystémů, nejen kvůli rozloze, ale i pro nabídku pestrosti služeb, které přírodě poskytuje (BRANG 2001). Největší podíl tvoří temperátní a boreální stálezelené jehličnaté lesy, temperátní a boreální opadavé lesy, tropické a subtropické vlhké lesy a méně pak temperátní a boreální opadavé jehličnaté lesy (VACEK et al. 2003). Na našem území se dle mapování lesních vegetačních stupňů (LVS) na obrázku č. 1 v pojetí ÚHÚL vyskytují horské lesy v LVS 6., 7. a 8. a 9. a proto se tato práce budu zabývat především jimi s výjimkou 9. LVS, který je z lesnického pohledu velice specifický. 9. LVS - klečový, který se vyskytuje na vrcholech přesahujících 1350 m n. m. a je například daleko rozšířenější na Slovensku. Horská společenstva se u nás nacházejí v Hrubém Jeseníku, Jizerských horách, Králickém Sněžníku, Krušných horách, Krkonoších, Orlických horách a na Šumavě (SLÁVIK 2004). Zvláštní pozornost pak připadne horským smrčínám.

Pralesem se rozumí přirozeně volně a nenarušeně rostoucí les, který není žádným způsobem, ať už přímo (těžbou dřeva nebo jakýmkoliv jiným průmyslovým využitím) nebo nepřímo (znečištěním nebo jinou ekologickou zátěží) ovlivňován člověkem; podle takové definice na Zemi víceméně žádný prales není, protože člověk svojí činností ovlivňuje celou planetu. Termín prales se v praxi používá volněji pro les dlouhodobě neovlivněný přímým způsobem (ŠANTRŮČKOVÁ et al. 2010). v ČR označuje jako prales Průša (2001) například Boubín, Žofín, Lanžhort, Žákovu horu, Salajku, Razulu a Stožec, ale musíme si dát pozor na pravý význam pralesů – původních lesů a realitou, která se většinou blíží spíše k lesům přirozeným, které jsou přírodě velmi blízké a jejichž druhová i věková struktura je blízká původnímu lesnímu porostu na daném stanovišti (ŠANTRŮČKOVÁ et al. 2010).



#### Vegetační stupně

- Dubový vegetační stupeň
- Bukodubový vegetační stupeň
- Bukodubový vegetační stupeň srážkově podnormální
- Dubobukový vegetační stupeň
- Dubobukový vegetační stupeň srážkově podnormální
- Bukový vegetační stupeň
- Bukový vegetační stupeň srážkově podnormální
- Jedlobukový vegetační stupeň
- Smrkojedlobukový vegetační stupeň
- Smrkový vegetační stupeň
- Klečový vegetační stupeň

Obr. č. 1 LVS dle ÚHÚL

## 2.1. Hlavní lesní vegetační stupně horských oblastí

Je podstatné si popsat hlavní vegetační stupně, které se v horských oblastech temperátní zóny vyskytují, abychom lépe pochopili stanoviště, na kterých probíhají veškeré procesy, které budou rozebrány v dalších kapitolách.

### 2.1.1. lesní vegetační stupeň smrko(vo) bukový

Vyskytuje se především ve vrchovinách a hornatinách v nadmořské výšce 700–900 metrů. Jeho rozloha činí téměř 12 % plochy celé České republiky. Vyskytuje se na lokalitách s průměrnou roční teplotou 4,5–5,5 °C, průměrným úhrnem srážek 900–1050 mm ročně a délkou vegetační doby 115–130 dní. Mezi hlavní dřeviny patří tzv. hercynské směsi, tedy buk lesní, jedle bělokorá, smrk ztepilý a v živinově chudších stanovištích je doprovází i borovice lesní (*Pinus sylvestris*). Bylinné patro tvoří hlavně věsenka nachová, kokořík přeslenitý (*Polygonatum verticillatum*), kostřava nejvyšší (*Festuca altissima*) a na živinově chudších stanovištích pak třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*). Na lokalitách, které jsou ovlivněné vodou, chybí buk. Největší zastoupení v tomto stupni má u nás kyselá smrková bučina, která je v některých hornatinách Orlických hor, Šumavy a Jizerských hor vůbec nejrozšířenějším souborem lesních typů. Půdním typem je nejčastěji kryptopodzol typicky oligotrofní, někdy kambizem oligotrofní, většinou podzolovaná. Nejčastější humusovou formou je morový moder až mor, na kambizemi i moder (PRŮŠA 2001).

### 2.1.2. lesní vegetační stupeň buko(vo) smrkový

Vyskytuje se v nejvyšších částech vrchovin, v hornatinách a na horách v nadmořské výšce 900–1050 metrů. Jeho rozloha činí kolem 5 % plochy celé České republiky. Vyskytuje se v lokalitách s průměrnou roční teplotou 4–4,5 °C, průměrným úhrnem srážek 105–1200 mm ročně a délkou vegetační doby 100–115 dní. Na rozdíl od LVS smrko(vo) bukového už buk ustupuje do podúrovně. Například v Karpatech někdy tvoří zakrslý buk horní hranici lesa. V bylinném patře je významná účast „smrkových druhů“, tedy například podbělice alpská (*Homogyne alpina*), bika lesní (*Luzula sylvatica*), kamzičník rakouský (*Doronicum austriacum*) a lipnice Chaixova (*Poa chaixii*). Největší zastoupení v tomto stupni má u nás kyselá buková smrčina, která je například v Krušných horách nejrozšířenějším souborem lesních typů. Geologickým podkladem jsou kyselé horniny (hlavně žuly, ruly, svory, fylity). Většinovým půdním typem je hluboce výrazný humusový podzol a kryptopodzol, humusovou formou mor (někdy rašelinný) a morový moder (PRŮŠA 2001).

### 2.1.3. lesní vegetační stupeň smrkový

Zaujímá vrcholy, vrcholové hřebety, plošiny v hornatinách a horské oblasti v nadmořské výšce 1050–1350 metrů. Jeho rozloha činí něco málo pod 2 % plochy celé České republiky. Vyskytuje se v lokalitách s průměrnou roční teplotou 2,5–4 °C, průměrným úhrnem srážek 1200–1500 mm ročně a délkou vegetační doby 60–100 dní. Zcela dominuje smrk ztepilý a jedle s bukem buď chybí, nebo jsou zakrslé. Na živných půdách se může vyskytovat javor klen (*Acer pseudoplanus*) středních velikostí. V bylinném podrostu se vyskytují stejné druhy jako v 7. LVS, ale všeobecně převládají třtina chloupkatá a metlice křivolaká (*Deschampsia flexuosa*). Největší zastoupení v tomto stupni má u nás jeřábová a kyselá smrčina, kde je nejčastějším půdním typem humusový podzol a humusovou vrstvou rašelinný mor (Průša 2001).

Průnik výskytu horských smrčín se nachází ve výškách 1200–1400 m n. m, ale v chladnějších oblastech mohou sestupovat i níže (ŠTYKAR 2008) a na Šumavě se nachází i v nadmořské výšce 1452 m n. m. (BLÁHA A KOŠTÁL 2010).

Takové porosty smrku často nabývají charakteru pralesu a staly se v mnoha případech přírodní rezervací. Naopak je zde ale mnoho míst, které pralesový charakter mají, ale rezervací nejsou (VACEK et al. 2003).

Horské smrkové lesy jsou charakteristické nepříznivými podmínkami stanoviště (např. extrémně kamenité nebo podmačené půdy). Kvůli chladnému podnebí se na těchto stanovištích projevuje pomalý rozklad organické hmoty a půdy bývají zpravidla chudší, kvůli čemuž je pomalejší nárůst dřeva. Také se u nich často vyskytuje význačný, poměrně mělký půdní profil (SVOBODA 2005).

Vzhledem k výskytu těchto lokalit, z pohledu klimatických a pedologických podmínek jsou horské smrčiny často nestálé a vysoce reaktivní na disturbance. Jejich vzhled je ovlivňován větrem, ohněm, hmyzem a jinými živočichy více než tisíc let (FRELICH 2002). Dále je zde i vysoká míra ovlivnění způsobena mohutnou poptávkou po dřevě v minulosti, pro jeho průmyslové využití. Přes tyto vlivy je lesnatost horských oblastí v ČR vyšší než 50 % (VACEK et al. 2003).

## 2.2. Popis hlavních dřevin

Z hlediska zastoupení dřevin horských oblastí je podstatné si ty nejdůležitější popsat, aby nám byla problematika jejich obnovy bližší a srozumitelnější.

### 2.2.1. Smrk ztepilý

Je to strom dorůstající poměrně velkých rozměrů, s průběžným přímým kmenem a pravidelným přeslenitým větvením. Dosahuje stáří až 400 let, výšky 50 m a průměru kmene až 1,5 m. Největší exempláře dorůstají objemu přes 30m<sup>3</sup>. Koruna horských typů může být štíhlá, s jemným ovětvením, někdy široká, se silnými větvemi (CHMELAR 1998).

Smrk začíná v porostu plodit asi 60. rokem a plodné roku se opakují většinou každý 4-5. rok. Na extrémním stanovišti lze výjimečně pozorovat plodnost předčasnou na živořících stromech. Šišky jsou před dozráním nejčastěji zelené, ale jsou i typy s červenofialovými, a to častěji na horách. Šišky obsahují velké množství semen, jejichž klíčivost trvá i několik let (CHMELAR 1998).

Semenáček má 5-10 štíhlých nahoru prohnutých děložních lístků a několik primárních jehlic. Ve druhém roce děložní lístky odpadnou a vyrostou útlé jehlice, odlišného vzhledu od dospělých. Od třetího roku se tvoří pravidelné přesleny. Výškový přírůst je pozvolný v prvních letech, stupňuje se poněmáhlu, vrcholí asi kolem 40 let a končí ve 100 letech (CHMELAR 1998).

Kořenový systém je rozvinutý do plochy, rozložený do povrchu. Proto bývá v půdě slabě zakotven, a dochází tak snadno k vývratům. Kořenové náběhy bývají dobře vyvinuty. Smrk dobře klíčí na padlých kmenech a pařezech, což vede ke vzniku chůdovitých kořenů. Nikdy netvoří výmladky, jen obtížně kořenuje z řízků, ale dobře se roubuje (CHMELAR 1998).

Je schopný snášet nízké teploty, naopak je citlivější na vysoké. Vyžaduje značnou vlhkost vzduchu. Je náročný na rovnoměrnou půdní vlhkost, zato k minerálnímu složení půdy je poměrně lhostejný (ŠIMEK 1993). Optimální nadmořská výška je 600-1000 m, zatímco lesní hranice vystupuje od 1300 (Hercynská oblast) do 1500 m n. m.



(Východokarpatská oblast) (CHMELAR 1998). Nároky na světlo jsou nejednoznačné. Například Musil (2003) tvrdí, že je to polostinná dřevina, která dokáže v mládí snášet dlouhý zástin, aniž by ztrácela potenciální energii růstu, která se plně projeví až po uvolnění. Jiní autoři ho řadí k dřevině světlomilné, protože v mládí vyhledává nadprůměrně osvětlená místa, ale je schopna zástin tolerovat (KINDLMANN et al. 2012). Právě díky tomuto chování se může v určitých fázích vývoje chovat jako dřevina pionýrská. Je schopna rychle osídlit uvolněný prostor a na rozdíl od jiných dřevin produkovat dostatečný přírůst i v extrémních horských podmínkách (PODRÁZSKÝ 1999).

### **2.2.2. Jedle bělokorá**

Je to dřevina dorůstající velkých rozměrů, z našich dřevin dokáže dorůst do největších objemů – až 45m<sup>3</sup>. Výška až 60 metrů, průměr kmene až 2 metry a stáří až 500 let (CHMELAR 1998).

Jedle začíná plodit asi v 60 letech. Plodné roky nastávají poměrně řídké a nepravidelně v rozmezí 2–6 let. I staré stromy poskytují dobré semeno.

Semenáček má 5–6 jehlicovitých děložních lístků, které mají světlé proužky na svrchní straně, a už v prvním roce obvykle vyroste ještě jeden přeslen krátkých jehlic. Výškový přírůst začíná bujněji stoupat až po 15. roce a vrcholí asi v 40. letech a vytrvá dlouho přes 100 let. Snáší silný a dlouhý zástin, aniž by ztratila na vitalitě. Nepříznivě reaguje na náhlé zásahy (CHMELAR 1998).

Jedle má výrazný kůlový kořen a i z postranních kořenů vysílá hluboko sahající upevňovací kořeny – panohy. Odolává tedy dobře vývratům a častěji se prostě zlomí. Má slabou schopnost tvořit výmladky. Rány na kmeni velmi rychle zavaluje. Velmi trpí okusem, loupáním a vytloukáním. Je proto potřeba je dlouho chránit oplocenkou (CHMELAR 1998). Ještě v 19. století byla považována za jednu z nejlépe se obnovujících a nejodolnějších dřevin, v případě, že odrostla pozdním mrazíkům a okusu zvěře. V nižších polohách zmlazuje zřetelně lépe, než na svém původním (historickém) optimu (SKOŘEPA 2006)

Ve střední Evropě je optimum jejího výskytu mezi 500 a 1100 m n. m., takže u nás podobně jako u smrku. Intenzivní hospodaření mělo na její rozšíření decimující účinek, takže na velkých rozlohách byl její silně omezen. Jen velmi výjimečně její podíl v některých oblastech stoupl, a to především pro využití jako lepšího varujícího dřeva pro důlní pracovníky, než je dřevo smrkové (CHMELAŘ 1998).

### **2.2.3. Buk lesní**

Je to dřevina se střídavě postavenými listy, jednodomého květenství a převážně jednopohlavní. Vysoký strom dorůstající většinou do výšky 35-40 metrů, ale může vyrůst i nad 50. Průměr kmene dosahuje až 1,5 m. Na volném prostranství vytváří košatý habitus, ale v lesních porostech dokáže vytvářet rovné štíhlé kmeny. Dožívá se 200–400 let (SLÁVIK 2004).

Dříve se myslelo, že je buk dřevina oproti jedli a smrku poměrně krátkověká, ale nové poznatky poukazují na to, že v klidném prostředí pralesů po celé Evropě (např. Ukrajina, Bosna) byly nalezeny jedinci starší 500 let, protože věk stromů je ovlivněn zejména tím, jaká narušení se v lese vyskytují a i v šumavském Boubíně byl nalezen buk starý více než 409 let (ČADA 2014).

Buk začíná plodit 20. a 40. rokem a plodné roky se opakují ve víceletých intervalech 5-10 let. V nepříznivých podmínkách až po 12 letech. Plody jsou nažky – bukvice, ostře trojhranné, jehlanovité uzavřené v číšce. (SLÁVIK 2004).

Semenáček má neobvykle velké ledvinovité děložní listy. Snášejí velký zástin, ale jsou schopny růst i na plném slunci. V počátečním vývoji je velmi náchylný na mrazy, a proto se lépe zmlazuje pod porostem než na holoseči. Výškový přírůst vrcholí mezi 35. a 50. rokem. Růst do tloušťky trvá mnohem déle, když už dřevina nepřirůstá výškově (CHMELAŘ 1998).

Ve střední Evropě se vyskytuje v nižších horských polohách, s rozšířením mezi 400-1000 m n. m. a jeho morfologická proměnlivost je v závislosti na areálu poměrně malá. V okrajových horstvech Českých zemí je buk nejvíce rozšířen se směsí jedle a smrku (CHMELAŘ 1998).

### 3. Dynamika lesa

Dynamika lesa může být pochopena jako proces, při kterém se mění jeho struktura v čase (OLIVER & LARSON 1996). Všeobecně je totiž vše, od nejmenší částice až po největší tělesa v pohybu, nepřetržitě vzniká nebo zaniká (SVOBODA 1952). Podle současných poznatků jsou disturbance hlavní hnací silou dynamiky lesa (FRELICH 2002). Les je prostředí, kde je každá jeho složka vzájemně propojena a ovlivňuje složku jinou. Jinými slovy je každý děj v něm probíhající následkem děje jiného či působením vnějšího činitele. Složky tohoto ekosystému jsou fytoceenóza, což je složka rostlinná, zoocenóza, což je složka živočišná, ale patří sem i vliv člověka a soubor abiotických vlivů, jako je klima, reliéf terénu, vodní režim a půda, která je jakýmsi přechodem, mezi živým a mrtvým (SVOBODA 1952).

Les neustále prochází určitými vývojovými fázemi a cykly, na které se v horských lesích velmi výrazně podílejí abiotičtí činitelé. Procesy dynamiky lze vylišit i ve sféře velmi malých ploch, kde mezi stromy neustále probíhá konkurenční boj, hlavně o světlo, ale i jiné k životu nezbytné prvky. Budoucí struktura horských pralesů je tedy ovlivňována stromy a jejich zastoupením na určité ploše a z toho vyplývajícími vzájemnými vztahy (HLADÍK et al. 1993).

Cykly energií, prvků a sloučenin jsou součástí dynamiky a jsou velmi důležité. Koloběh spočívá v toku živin a energií mezi živou složkou ekosystému (primární producenti, konzumenti apod.) a neživou složkou ekosystému (vzduch, půda, vodní prostředí). Důležitá je pro rostliny hlavně fotosyntéza a asimilace CO<sub>2</sub>. Prvky, které se v organismu vyskytují řádově v procentech, minimálně v setině procenta se nazývají makroelementy a patří mezi ně například dusík, fosfor, draslík, vápník, hořčík, síra a železo, rychlost jejich koloběhu je ovlivňována klimatickými, biotickými a půdními faktory (PODRZÁSKÝ 2014).

#### 3.1. Vývoj lesa

Vývoj vegetace, při kterém se mění druhová skladba lesa a všeobecně stav prostředí se nazývá sukcese a jedná se o postupný, dlouhodobý vývoj krajiny, ve kterém je

plynulý nesezonní sled nástupů, zvětšování, ústupů a zániků celého rodu populací na určitém místě (BARTAK et al. 2008). Sukcese se dělí na sukcesi primární a sekundární. Primární sukcesí se rozumí základní osídlení Země v místech, kde se předtím nikdy žádná vegetace nevyskytovala. To se stává například na nově vytvořených ostrovech nebo na půdách, které vznikly ze sopečného popela. Sukcese sekundární označuje obnovení vegetačního pokryvu, který byl na určitém místě původní, ale z nějakého důvodu byl zdevastován, aniž by se výrazně porušilo prostředí (VACEK et al. 2011)

Jelikož je cílem této práce rozebírání procesu obnovy, budeme se zabírat především sukcesí sekundární.

Dynamika lesních ekosystémů se dá popsat formou vývojových cyklů. Cyklická sukcese, nazývaná též jako malý vývojový cyklus je příznačná střídáním vývojových stádií a fází a probíhá na plochách, kde nedojde k intenzivním disturbancím (KORPEL' 1989). Lineární sukcese, nazývaná též jako velký vývojový cyklus (KOŠULIČ 2010), která probíhá v rozmezí několika desítek let a je charakterizována sekundární sukcesí, na rozdíl od malého vývojového cyklu, který probíhá v staletých periodách (JONÁŠOVÁ 2008).

V současném konceptu o dynamice lesa hrají disturbance různých sil, rozsahů a frekvencí velmi významnou roli a přímo ji ovlivňují, protože jsou dynamické pochody po narušení daleko intenzivnější. Mozaika ploch, které jsou narušené, vytváří prostor pro další dynamické procesy, jako je například obnova (FRELICH 2002).

### **3.1.1. Velký vývojový cyklus**

Aby se les dostal do závěrečného stádia, tzv. klimaxu, který je jedním z nejdůležitějších pojmů z hlediska vývoje lesů a je charakteristický tím, že v prostředí neprobíhají výrazné změny a nelze jej narušit invazí nového společenstva (MORAVEC et al. 1994), musí projít předem danými procesy, které obvykle začínají některou z forem disturbancí, tedy narušením, popřípadě úplnou destrukcí dosavadně správně fungujícího ekosystému, která v něm procesy velkého vývojového cyklu vyvolá.

Procesy odpovídají těmto stádiím:

1. Stádium lesa přípravného (les přípravný)
2. Stádium lesa přechodného (les přechodný)
3. Stádium vrcholného, závěrečného lesa (klimax)

#### 1) Stádium lesa přípravného

V tomto stádiu vývoje prostředí začínají osídlovat světlomilné druhy dřevin, které se nazývají také pionýrské, nebo přípravné. Jsou odolné a nemají nikterak vysoké nároky na přežití. Patří sem například bříza, osika, jeřáb, borovice, vrba a ostatní dřeviny význačné rychlým růstem v mládí, častou a bohatou úrodou semen, menší konkurenceschopností a nižší růstovou vytrvalostí (VACEK et al. 2011).

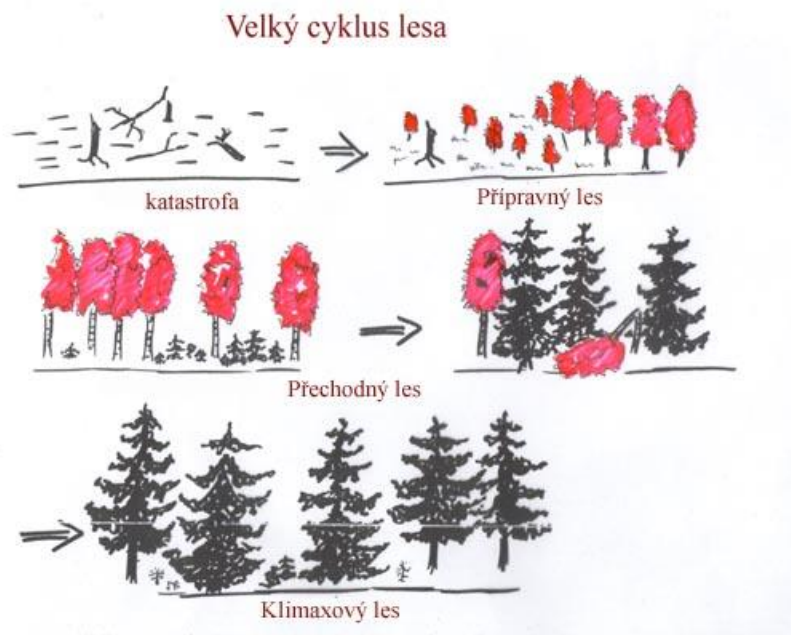
#### 2) Stádium lesa přechodného

Ve vzniklém stínu pionýrských dřevin se pomalu uchycují dlouhověké stínomilné až polo-stínomilné dřeviny, nazývané heliofyty a hemiheliofyty a jiné pro obnovu náročnější dřeviny, které nejsou schopné se uchytit na holé ploše, kvůli jejich snadnému poškození klimatickými vlivy nebo kvůli jejich požadavkům na stanovištní zástin. Tvoří základ pro vytvoření vrcholného stádia (klimaxu) a patří mezi ně například jedle, buk a smrk. Takto vypadají les má charakter přechodného právě kvůli dvěma etážím, složených z vrstev dřevin pionýrských a spodní etáže dřevin klimaxových (VACEK et al. 2011)

#### 3) Klimax

Výše zmíněné klimaxové dřeviny dorůstají a plně nahrazují pionýrské dřeviny. Na takovém stanovišti lze zcela běžně potkat slunomilnou dřevinu, zvanou dřevinou sciofytní s velmi hustými letokruhy v důsledku délky jejího pobytu v zástinu. Probíhá zde pouze obnova klimaxových dřevin (VACEK et al. 2011).

Na obrázku č. 2 jsou tyto fáze stádia zjednodušeně vyobrazeny.



Obr. č. 2 Velký cyklus lesa

### 3.1.2. Malý vývojový cyklus

Přestože les dosáhl klimaxového stádia, probíhá na malých částech lesa k určitým změnám. Tato stádia se podle KORPEL (1989) dělí na tři, a to na stádium optima, rozpadu a dorůstání. Americká specifikace od FRELICH (2002) vylišuje a popisuje vývojová stádia čtyři, které jsou iniciační, stádium vyloučení, stádium demografického přechodu a stádium různověkého porostu. V této práci budu popisovat vývojová stádia dle KORPEL (1989).

#### 1) Stádium dorůstání

Ve fázi dorůstání rostou stromy střední a spodní vrstvy v silném zápoji (KORPEL' 1989). Kupříkladu zápoj horských smrčín v ideální nadmořské výšce dosahuje v stádiu dorůstání až 1,4 (HLADÍK et al. 1993). Mezery v zápoji, které vznikly předčasným nebo náhodným úhynem starších nebo i mladších stromů jsou rychle zaplňovány. Stromy v tomto stádiu jsou příznačným vysokou vitalitou a nepatrnou mortalitou (KORPEL' 1989).

## 2) Stádium optima

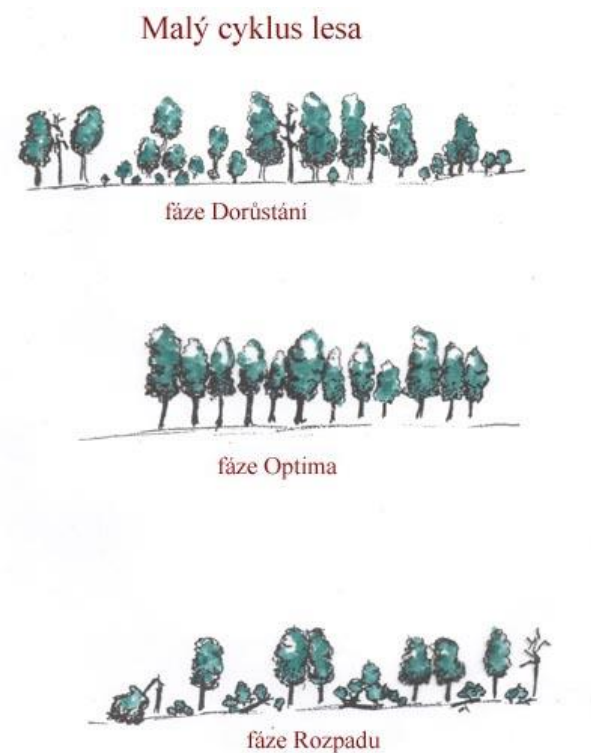
Ve fázi optima je vyrovnaná výška porostu. Vyskytují se zde hlavně stromy nejvyšších tloušťkových tříd, tím pádem logicky v menší hustotě. Výškový přírůst ustrnul. Zbyla pouze vrchní etáž a často vzniká horizontální zápoj, přestože stromy nemusí být stejnověké. Nejstarší stromy začínají na konci tohoto stádia odumírat a tím se začne porost obnovovat (VACEK et al. 2011). Z důsledků podobnosti s hospodářským lesem jsou přirozené pralesy v klimaxovém stádiu také nejvíce zranitelné, ať už jde například o silné větrné disturbance, které mohou být následované dominovým efektem při padání stromů.

## 3) Stádium rozpadu

Stádium rozpadu je posledním stádiem porostu. Přestárlé stromy začínají hynout (KORPEL' 1989). Pro smrk ztepilý to znamená v ideální nadmořské výšce (1200-1300 m n. m.) 350 let, což se považuje jako celkový vývojový cyklus. V jiných výškových pásmech se tato doba pohybuje kolem 300 let. (HLADÍK et al. 1993). Zásoba se rychle snižuje a narůstá počet stromů nové generace. V případě pozvolného rozpadu dojde k obnově klimaxových dřevin, ale při rychlém a intenzivnějším rozpadu mohou naletět znovu dřeviny slunné. Hromadící se mrtvé dřevo poskytuje živiny pro stromy nové generace (VACEK et al. 2011)

Důležité je, že zmíněné procesy neprobíhají nezávisle, ale navzájem se překrývají a to především stádium rozpadu starých porostů a stádium dorůstání porostu nového, které jsou z vizuálního a věkového pohledu velmi odlišné (VACEK et al. 2011). Korpel (1989) tuto fázi definuje jako zmlazovací. Další je fáze stárnutí, která je přechodem mezi stádiem optima a stádiem rozpadu.

Na obrázku č. 3 jsou stádia malého vývojového cyklu zjednodušeně vyobrazeny.



Obr. č. 3 Malý vývojový cyklus lesa

## 3.2. Disturbance

V současné době již dynamika lesa není příliš popisována tradiční lineární a cyklickou sukcesí, ale spíše jako soubor narušení utvářející komplexní systém různých trajektorií vývoje lesa (FRELICH 2002). V lesích je dynamika a struktura zápoje ovlivňována různorodými disturbancemi (např. DENSLOW 1980; RUNKLE 1985). Disturbancí je v ekologii společenstev rozuměno nastání situace, při které zahyne organismus a vytvoří tak prostor, pro kolonizování, ať jde o stejný druh, nebo druh jiný (FRELICH 2002). Disturbance alternují vývojové trajektorie lesa. Disturbance velkého měřítka jako jsou lesní požáry, napadení hmyzem, větrné kalamity, povodně, škody způsobené sněhem se denně podílí na přirozené regeneraci (VEBLEN et al. 1989), ale podílí se i disturbance antropogenní, jako jsou například těžební práce nebo pastvení dobytka (WHITE & JENTSCH 2001).

Disturbance přímo ovlivní druhovou pestrost a celkovou strukturu lesa. Všeobecně lze předpokládat, že krajina, ve které jsou častější silné disturbance, bude dominantně



tvořena z mladších druhů s vyšší vazbou na světlo jako je třeba topol osika a naopak, v místech, kde jsou disturbance spíše výjimečné, bude věkové složení starší a dřeviny budou tolerovat stín. Přechody mezi popsányými extrémů budou vytvořeny různorodými kombinacemi disturbance (FRELICH 2002).

Vliv disturbance byl v Evropě donedávna přehlížen z hlediska malé rozlohy původních lesů, ve kterých bylo možné dlouhodobý vliv disturbance sledovat (SVOBODA 2007). Poslední dobou se ale objevuje stále větší počet prací, které uznávají důležitost vlivu těchto narušení na vývoje lesů v Evropě (např. FISHER et al. 2002, JONÁŠOVÁ & PRACH 2004)

K charakterizování jednotlivých typů disturbance používáme ukazatele, jako je frekvence, síla, rozsah a intenzita (FRELICH 2002). Například častější disturbance o vysoké frekvenci nemají zpravidla tak vysokou sílu a jsou již dobře zmapované a prozkoumané, na rozdíl od disturbance vzácných a rozsáhlých. Ukazatelé nám dohromady disturbance rozdělí na tři základní kategorie (FRELICH 2002).

Je podstatné si uvědomit rozdíl mezi silou a rozsahem disturbance, pro zkoumání a studiích přirozených lesů i v produkci lesního hospodářství. Síla je ukazatel toho, kolik energie bylo uvolněno fyzikálními procesy. Rozsah je ukazatel míry úmrtnosti vegetace na disturbance ovlivněné ploše (FRELICH 2002).

#### 1. Disturbance menšího rozsahu

Jsou zlikvidovány pouze menší části lesa – lesního podrostu nebo stromů úrovnových, či dochází ke kombinaci obojího. Vlivem této disturbance dochází k malé a prostorově rozrůzněné mortalitě stromů. Nejčastější příčinou této disturbance je působení větru, který vyvrátí pár větších stromů za vytvoření malých, nepravidelně rozmístěných mezer. Další z možností jsou lokální požáry, letní přivalové bouře nebo intenzivní sněhové vánice za působení silného větru (FRELICH 2002).

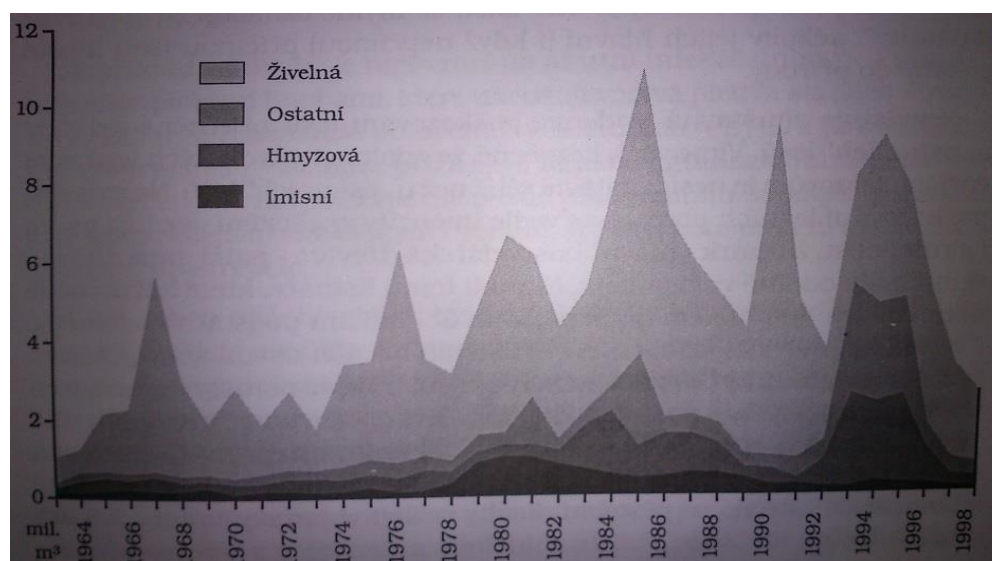
## 2. Disturbance středního rozsahu

Likvidace postihující většinu nebo všechny z úrovnových stromů korunového patra, či podrostu, kdy přežijí semenáčky a značná část starých stromů. To se stává například, při silném působení větru. Nebo naopak při zachování většinové části starších nebo úrovnových stromů, které jsou odolnější vůči přízemnímu požáru a zahynou pouze semenáčky. Podobným příkladem je disturbance zvěří, která z plochy taktéž odstraní pouze semenáčky (FRELICH 2002).

## 3. Disturbance velkého rozsahu

Zdevastuje téměř celý podrost včetně hlavního stromového patra. Příkladem takové disturbance může být požár postihující i korunové patro nebo holoseč, po které nastane přízemní požár (FRELICH 2002).

Přirozené disturbance lze tedy kategorizovat podle rozsahu napáchaných škod, ale další rozlišení je složitější, což je způsobeno tím, že mohou být disturbační příčiny jak endogenní, tak i exogenní. Mohou být rozličné svojí intenzitou, úrovní předvídatelnosti a celkovým negativním dopadem, který na jednotlivá území mají (ATTWILL 1994). Hlavními disturbancemi, které ovlivňují horské oblasti, jsou ty způsobené větrem a jeho kombinací s přemnožením lýkožrouta smrkového. Vliv disturbancí koreluje s množstvím nahodilých (kalamitních) těžeb, jak je vidět na grafu č. 1.



Graf č. 1 Roční nahodilé těžby podle druhů za období 1963 – 1999

### 3.2.1. Abiotické disturbance

Abiotická disturbance je způsobena neživým činitelem. Na rozdíl od lesů v Rusku a Severní Americe, kde je nejdůležitějším abiotickým disturbačním činitelem požár (FRELICH 2002, GROMSTEV 2002), jsou nejvýznamnější abiotické faktory ovlivňující porosty střední Evropy škody způsobené větrem (SVOBODA 2007).

#### 3.2.1.1. Větrné disturbance

V přirozených horských smrčínách je vítr velmi důležitý pro přirozenou obnovu. Uvolňuje zápoj a prosvětlí stanoviště mladším stromkům, čímž podpoří regeneraci. Avšak stejnorodé lesy na větších plochách mají sklon k velkoplošnému rozpadu. Je to způsobeno především členitostí horského terénu, který větru dodá značnou rychlost a sílu. Velké množství spadlého dřeva a živin z něho utváří podmínky pro vznik lesa se zcela novou strukturou (VALENTA 2007). Škody větrem se zaznamenávají od počátku lesního písemnictví, takže zhruba od roku 1750, když lokální vichřice poničily lesy některých oblastí. Tehdy se škody vyčíslily jen počtem zničených stromů.

Například Šumava byla v letech 1813–1900 postihnuta 44 větrnými a sněhovými kalamitami. Největší katastrofou byla zaznamenaná vichřice, která v roce 1870 na ploše 3800 hektarů vyvrátila 2,229.000 m<sup>3</sup> dřeva za dva dny. Jednorázová pohroma takových rozměrů u nás od té doby nebyla zaznamenána. Je důležité si uvědomit, že větrná disturbance zpravidla vyvolá i kůrovcovou kalamitu. Velmi významná kůrovcová kalamita byla v důsledku větrných polomů v letech 1891–1893, kdy padlo celkem 6,250.000 m<sup>3</sup> dříví, což v podstatě vedlo k zániku až do té doby přeživších pralesových porostů Šumavy. V letech 1900–1962 postihlo Šumavu 54 větrných a sněhových kalamit (PŘŮŠA 2001).

Nejvíce jsou větrem postihnuty smrkové porosty na „labilních“ půdách, ovlivněné z velké míry podzemní vodou, takže se vyvracují i při větrech o nižších rychlostech, když okolní porosty zůstávají stát (PŘŮŠA 2001).

#### 3.2.1.2. Požáry

Požáry obecně ničí společenstva rostlin a ovlivňují půdní složení. Zejména půdu obohacuje o popeloviny a vytváří mrtvé dřevo, takže se podílí na změnách struktury

společenstev lesních ekosystémů (BOLI et al. 2008). Velikost plochy, kterou požár zastihne, se odvíjí od doby, kterou působí, délkou doby, kterou bylo před požárem sucho, a intenzitou a směrem větru, který v trvání požárů vál. Také záleží na rozmístění bariér jako jsou velká jezera a vodní toky, které zabraňují šíření ohně. To znamená, že velikost plochy je ovlivněna charakteristikami stanoviště. V minulosti bylo poškození ohněm větší než v současnosti díky lidským činnostem a vývoji technologií (FRELICH 2002). Na dlouhodobých studiích o historii požárů založené na analýzách letokruhů stromů a zkoumáním jezerních sedimentů bylo prokázáno, že se rozsáhlé požáry vyskytují periodicky už od prehistorického období a jsou přirozeným jevem (ROMME et al. 1998).

Požáry se podle některých odborníků (PFEFFER 1961, FRELICH 2002) dělí podle místa působení na **požáry kořenové**, kdy je spalována podzemní biomasa stromů a oheň se zde šíří na značné vzdálenosti proti větru. Dále na **požáry povrchové**, kdy jsou zlikvidovány opady ze stromů a při vysoké intenzitě přerůstají až na **požáry korunové**, které jsou nejzávažnější a člověkem prakticky nezastavitelné. Oheň spaluje korunové pásmo porostu. Posledním typem je **požár dutého stromu**.

### 3.2.1.3. Disturbance způsobené vodou a sněhem

Usazení velkého množství sněhu na stromech často vede k zvýšení jejich hmotnosti. Takové stromy jsou pak náchylnější na vývrat při následovné větrné disturbanci (FRELICH 2002). Sněhové kalamity způsobily velké škody převážně v polohách, kde byly pro danou oblast zaváděny cizí nevhodné ekotypy smrku s vodorovnými hustými větvemi, na kterých docházelo ke snadnému usazení sněhu, jehož hmotností se zlomily (PRŮŠA 2001).

Dalším typem disturbancí, které sníh poskytuje, jsou laviny. Nebezpečným terénem je pro ně svah o sklonu 30°–50° s jen málo drsným povrchem a nízkým počtem překážek (kameny, stromy). Výskyt lavin je dán převážně počasím a strukturou sněhu (PFEFFER 1961). Podle Pfeffera se dále dělí laviny na náhodné, které se neočekávají a mají siné demoliční účinky, a laviny pravidelné, které jsou součástí ekologických podmínek a jsou pravidelnou disturbancí.

Laviny dosahují délek několika kilometrů a váha sněhu může být až 380 000 tun. Na svazích pravidelně ohrožených lavinou se často vyskytuje především kleč (*Pinus*

*mugo*), lavinám odolná forma smrku ztepilého a modřín opadavý (*Larix decidua*). Vegetace na těchto svazích je dlouhodobě přizpůsobena dynamice geomorfologických jevů (PFEFFER 1961).

#### 3.2.1.4. Změna klimatu

K abiotickým činitelům se řadí i změny klimatu. Země se prakticky vždy oteplovala nebo ochlazovala, ale současná změna klimatu se jeví jako velmi rychlá. Ať už jde o celkový nárůst teploty nebo extrémní výkyvy počasí, ekosystémy, jako je les, nejsou schopny tak rychle reagovat. Stromy potřebují dlouhý čas k pohlavnímu rozmnožování, a tedy ke genetickým adaptacím na změnu. Lesy budou pravděpodobně ze všech světových ekosystémů poškozeny nejvíce. Sice, zvýšení obsahu uhlíčitého v atmosféře, který je pokládán za jednu z hlavních příčin oteplování, má pozitivní vliv na fotosyntézu, a tím pádem podporuje růst, ale tento fakt bude s nejvyšší pravděpodobností převážen negativními vlivy oteplování. Kromě dlouhodobého zvýšení průměrné teploty stromům škodí s nimi související krátkodobé klimatické výkyvy – hlavně teplé zimy a suchá léta (HOUGHTON 1998)

Podle výročních zpráv Mezinárodního panelu pro změnu klimatu (IPCC 2013) byla poslední tři desetiletí teplejší než jakákoliv jiná v posledních 160 letech a za posledních deset let byla v Evropě zaznamenána například zvýšená periodicitu bořivých větrů (KOLEJKA 2010).

#### 3.2.1.5. Další abiotické disturbance

Mezi další abiotické disturbance lze zařadit například půdní sesuvy, eroze a zasolování půdy (WHITE & PICKET 1985).

### 3.2.2. Biotické disturbance

Mezi biotické disturbance lze zařadit všechny působící faktory, které způsobují živé organismy. Můžeme říct, že biotická disturbance je změna způsobená živou složkou přírody (WHITE & PICKET 1985). Pro les, jako ekosystém, je živá složka neodmyslitelnou součástí. Složení jeho fauny je ovlivněno strukturou a rázem porostu,

charakterem hospodářské činnosti člověka apod. Živočichové působí na lesní ekosystém velmi různorodě (SVOBODA 1952).

#### 3.2.2.1. Poškození zvěří

Příkladem je poškození lesní zvěří. Přemnožená lesní zvěř je zásadním negativním vlivem na přirozenou obnovu našich lesů (PRŮŠA 2001). Poškozuje dřeviny několikerým způsobem – okusem letorostů a pupenů, ohryzem a loupáním kůry, oděrem kůry při vytloukání paroží, vytahováním a zašlapováním sazenic, žírem plodů lesních dřevin (BEDNÁŘ 2014). V našich lesích je ekosystém ovlivňován v nejvyšším měřítku čeledí jelenovitých (*Cervidae*). Živočichové této čeledi v zimě, při nedostatečném zajištění potravy, mají ve zvyku konzumovat lesní semenáčky. Velkým problémem je negativní vliv na druhovou skladbu. Vysoká zvěř ráda okusuje mladé buky a jedle a dává jim přednost před smrkem, a tím poškozuje drahé výsadby, které mají za úkol vylepšit druhové skladby smrkových monokultur. Například na holoseči savci zpomalují zarůstání a plocha může zůstat velmi dlouhou dobu nezapojená (WATSON 1983). Proto se využívá oplocenek a stromy se natírají ochrannými látkami, protože by se bez nich prakticky nedalo zpestření druhové skladby realizovat. Ale i hlodavci požírají semena a malé semenáčky a ovlivňují tím průběh sukcese (OSTFELD et al. 1997).

#### 3.2.2.2. Poškození hmyzem

Jedním z nejvýznamnějších faktorů biotické disturbance jsou však ty způsobené hmyzem. Disturbance vlivem hmyzích škůdců jsou pro oblast naší republiky nejen jedny z nejvýznamnějších, ale zároveň i jedny z nejčastějších (SVOBODA et al. 2008). Ze širokého spektra hmyzu, vyskytujícího se v lese, dokáže pouze něco kolem 5 % druhů dosáhnout takové populační hustoty, aby je bylo možné označit jako škůdce (PFEFFER 1961). Jehličnatou dřevinou, které se věnuje z hlediska ohrožení největší pozornost, je bezesporu smrk, následovaný borovicí. Ostatní jehličnany, krom občasných škod na kleči, jsou ohroženy hmyzem jen velmi málo (PFEFFER 1961).

Škůdce smrkových porostů lze generalizovat do třech hlavních kategorií, podle toho, v jakém místě stromu vznikají škody (FRELICH 2002).

První kategorie napadá podkorní lýko a patří do ní v našich podmínkách druhy z podčeledi kůrovcovitých (*Scolytidae*). Do druhé kategorie spadají brouci (*Coleoptera*), kteří působí škody na dřevní hmotě, a to především až sekundárně, na stromě již napadeném nebo na dřevě mrtvém. Patří sem pro naše podmínky hlavně brouci z čeledě krascovití (*Buprestidae*) a tesaříkovití (*Cerambycidae*) (MÜLLER et al. 2008). Poslední skupina napadá asimilační orgány, takže stromy většinou neusmrtí. Jsou zastoupeni například čeledí bekyňovití (*Lymantriidae*), nebo obalečovití (*Totricidae*), tedy u nás hmyz z řádu motýlů (*Lepidoptera*) (FRELICH 2002).

Hlavním hmyzím typem, který narušuje horské smrkové lesy Evropy, je lýkožrout smrkový (*Ips typographus*) (SVOBODA et al 2010). Laickou veřejností často mylně nazývaný kůrovcem, kvůli názvu jeho čeledi. Za škůdce ho lze výslovně považovat pouze v lesech hospodářských, protože v přirozených horských lesích je velmi důležitým druhem pro lesní obnovu a udržení biodiverzity (MULLER et al. 2008), působící jako selektivní faktor na oslabené a přestálé jedince, čímž napomáhá rychlejšímu růstu nové generace smrků (BERRYMAN 1989). Avšak problém kombinace větrné disturbance s napadením hmyzem, který byl zmíněn výše, může schylovat k přemnožení kůrovce na spadlých stromech, zvláště pak při příznivých klimatických podmínkách a následnému napadení stromů zdravých, neoslabených a nepoškozených (např. SVOBODA et al. 2008, PFEFFER 1961).

Problematikou hmyzích škůdců jiných dřevin než smrku se bude práce věnovat v kapitole přirozené obnovy.

### **3.2.3. Antropogenní disturbance**

Mezi další disturbance by se daly zařadit ty, které má více, či méně na svědomí lidská činnost. Tato práce se bude v této podkapitole zabývat pouze disturbancemi spojenými s nadměrnou těžbou, pastvením spásáčů a imisními vlivy.

### 3.2.3.1. Nadměrná těžební činnost

Nadměrná a nevhodná těžba znamená překročení výše únosnosti kácení a narušují věkovou skladbu lesa. Příliš velké holiny směřují k růstu stejnověkých porostů, které jsou k disturbačním faktorům všeobecně náchylnější. Za těžbu nevhodnou lze například považovat takovou těžbu, která otvírá okolní porosty bořivých větrům nebo jiným způsobem snižují obranyschopnost lesa (ZATLOUKAL 1998). Například na Šumavě souvisel problém nadměrných těžeb s výstavbou plavebních kanálů koncem 18. a v první polovině 19. století (ROČEK 2010). Dnešním problémem je hlavně tvorba porostních stěn v rámci sanačních opatření kůrovci napadeného dřeva, které les fragmentují a oslabují.

### 3.2.3.2. Pastvení zvěře

Již například v panství Libějovice v jižních Čechách v roce 1767 psalo o vlivu lesní pastvy jako disturbanci. V jednom z lesů se přímo uvádí „Mladý nárost se vyskytuje dosti četně, jen tam kde se pasou panské ovce, není nic“ (SKOŘEPA 2006). V souvislosti se zastoupením jedlových stromů se například pozitivně mluví o vlivu pastvení dobytka, protože omezují obnovu buku, jako hlavního konkurenta pro jedli, což bylo hlavní příčinou jedlové expanze v době feudalismu. V současné době je u nás lesní pastva zakázaná zákonem, ale například v lesích východoevropských zemí stále existuje a je zde možné sledovat její vliv na druhovou skladbu. V níže položených pastevních lesech Východních Karpat je dosud výrazně zastoupena jedle a výborně zde zmlazuje. V řadě případů se jedná o čistě jedlové porosty (SKOŘEPA 2006).

### 3.2.3.3. Imisní vlivy

Téma imisních vlivů ustoupilo do pozadí po odsíření továren a elektráren. Hlavně proto, že přestalo docházet k akutním poškozením rozsáhlých porostů trvajícím i pouhých několik desítek minut, a přesto vedoucím k odumření lesa. Například v zimě mezi rokem 1977 a 1978 bylo v krušnohorských lesích fatálně poškozeno několik tisíců hektarů lesa. Během jedné noci tehdy poklesla teplota o 25°C a prudce stoupla koncentrace oxidu siřičitého (HRUŠKA et al. 2009). Spíše než rychlá narušení, která už nejsou na pořadu dne, se nesmí dlouhodobý vliv imisí na stav lesů a zejména lesní



půdy podceňovat. Přes zásadní snížení objemu škodlivých látek v atmosféře, tedy nižší depozici dusíku a síry se stav lesních půd na našem území nelepší. Stručný mechanismus degradačního procesu půdy je jednoduchý – kyselé látky (oxidy síry, dusíku a uhlíku) v půdě reagují na živné kationty (draslík, hořčík, vápník) a jsou potom odplaveny z dosahu kořenů do podzemních vod, přičemž se může uvolnit toxický hliník (HRUŠKA & CIENCIALA 2001). Obsah síry sice klesnul zpátky na hodnotu, která byla před 100 lety, ale obsah dusíku v atmosféře se nijak závratně nesnížil, což bylo prokázáno měřením jejich koncentrací na Černém jezeře, jak je vidět na grafu č.2 (ŠANTRŮČKOVÁ et al. 2010).



Graf č. 2 dekompozice síry a dusíku naměřená na Černém jezeře (ŠANTRŮČKOVÁ et al. 2010).

Míra poškození imisními vlivy je velmi závislá i na geochemickém složení mateřské horniny, proto jsou těmto vlivům nejvíce ohrožené právě horské chudé půdy vznikající zpravidla na kyselých horninách, jako jsou ruly či žuly, které obsahují jednak málo bazických iontů, ale rovněž pomalu zvětrávají a vytvářejí nové. Toto dlouhodobé narušení půd v poslední době stagnuje, nebo spíše mírně stoupá. Podíl na to má i přechod na monokulturní hospodaření v lesích – zejména pak dekompozice kyselého smrkového jehličí. PRŮŠA (2001) tvrdí, že jsou imisemi nejvíce ohroženy náhorní plošiny jako například Šumavské pláně. Přestože není míra ohrožení lesů Šumavy dlouhodobou kumulací škodlivin tak vysoká jako u Krušných či Jizerských hor, pokládají HRUŠKA et al. (2009) půdy NPŠ v historii taky za silně narušené. Imise

se zde například podílely na odumírání jedlí, které jsou velmi citlivé na čistotu ovzduší, což výrazně oslabilo druhovou skladbu šumavských lesů.

#### **4. Přirozená obnova**

Přirozená obnova je předpokladem trvalého a vyváženého přírodního společenstva. Probíhá všude, kde jsou pro ni vhodné podmínky. Ty se vytvářejí odumřením nebo rozpadem složek starší generace porostu (KORPEL' 1991). Přirozené lesy či pralesy jsou posledním místem, kde lze sledovat zákonitosti lesních ekosystémů (KORPEL' & SANIGA 1995). Využívat přirozenou obnovy v hospodářských lesích se začalo koncem 19. století, ale intenzivněji je zkoumáno od dvacátých až třicátých let 20. století (POLENO 2009). Les je stálý, nepřestává regenerovat, pořád se obnovuje nahrazováním stávajícího porostu porostem novým, bez zásahu člověka (ŠIMEK 1993). Jednou z výhod přirozené obnovy je v udržení autochtonnosti místních populací lesních dřevin. Další z výhod je nenarušený růst a vývoj semenáčků a nárostů (zejména s ohledem na kořenový systém) a zpravidla pestřejší genetická variabilita porostu následovného, což ho tvoří adaptibilnějším a odolnějším (KORPEL et al. 1991). V přírodních lesích a pralesech probíhá obnova samovolně v průběhu stádia rozpadu, nebo se objevuje v místech, kde byl porost narušen, nebo přímo zničen disturbancemi (POLENO 2009). Vítr, oheň a přemnožení hmyzu jsou hlavními příčinami otevření porostů, kdy se utvoří plochy, na které dopadá větší množství světla a vznikne situace, umožňující rozšíření heliofytů, kteří na tuto změnu reagují, a proto v nově otevřených porostech pozorujeme nejvyšší druhovou diverzitu (KULLA et al. 2009).

Zásadním prvkem úspěšné obnovy, která je velmi důležitá pro zachování genových zdrojů v různých typech chráněných území, je generativní (semenná) obnova (PLIURA et al. 2000). Její úspěšnost se odvíjí od velikosti semenné úrody, vhodnosti půdního pokryvu, půdy jako takové, příznivosti klimatických a světelných podmínek pro klíčení semen. Dále je ovlivněna limitními faktory, jako je přizemní vegetace či hrozba okusu (POLENO 2009).

Přežívání a vývoj semenáčků se odvíjí řadou faktorů. VACEK & PODRÁZSKÝ (2003) uvádějí jako nejdůležitější faktory mráz, pohyb sněhu, poškození zvěří a konkurenceschopnost přízemní vegetace. Proces obnovy v horských polohách dále oslabují nepříznivé vlivy klimatu a často dlouhá perioda semenných let (ŠÉRA et al. 2000).

Na uchycení obnovy má vliv i struktura mateřského porostu. Na místech, kde je porost přirozeně výškově rozdělen, takže jsou na ploše jedinci různých výšek, tedy stromy dospělé, předrostlé stromy nové generace, potlačení jedinci, hynoucí stromy a mrtvé dřevo, jsou největší počty mladých jedinců (MYNÁŘ 2006). Zároveň se zde však silně projevuje přirozený výběr, jako je vnitrodruhová konkurence nebo nedostatek slunečního svitu, což vede k vysoké mortalitě v první řadě nejmladší generace stromů do 4–5 let (např. ZATLOUKAL 2000, JONÁŠOVÁ & PRACH 2004). Jádrem relativně funkční příští generace lesa jsou jedinci nad 20 cm výšky (GUBKA 2006). KORPEL' (1991) zkouší odhadovat potřebný minimální počet jedinců přirozené obnovy vysokých 50–130 cm na 150–200 ha<sup>-1</sup>, ale pro lepší posouzení životaschopnosti náletu je třeba uvažovat i chronotopický vliv zvěře a jiných faktorů (GUBKA 2006).

Generativní obnova se skládá z náletu a opadu semen vlastního mateřského porostu, jak je tomu u drtivé většiny dřevin, ale jsou i dřeviny, které jsou schopny se obnovovat vegetativně, tedy pomocí výmladků z pařezů, kořenů nebo kmene. Mezi dřeviny s dobrou vegetativní obnovou lze zařadit buk, dub, habr a ve vlhkých oblastech i olše (CHMELAR' 1998).

#### **4.1. Faktory ovlivňující rozsah a kvalitu obnovy**

KANTOR (2001) uvádí čtyři základní podmínky úspěšnosti přirozené obnovy:

- 1) Přítomnost dostatečného počtu stromů schopných plození, geneticky vyhovujících
- 2) Výskyt semenných roků
- 3) Vhodným stavem půdy pro klíčení, vzcházení a přežití náletu

- 4) Příznivými klimatickými podmínkami od počátku klíčení až po zajištění náletu

Náročnosti jednotlivých dřevin byly popsány v kapitole o hlavních horských dřevinách a jejich specifické vlastnosti budou dále rozepsány v kapitolách o jejich obnově.

## 4.2. Přirozená obnova smrku

Ve střední Evropě je smrk dřevinou rostoucí přirozeně převážně ve vyšších horských polohách a areál jeho výskytu sahá až k samé hranici lesa (CHMELARŮ 1981). Po zjištění jeho vysoké produkce dřevní hmoty dobré kvality za relativně krátkou dobu, byla oblast výskytu rozšířena formou umělého vysazování i do jiných vegetačních stupňů a často se přistupovalo k tvorbě monokulturních porostů (POLENO 2009).

Čisté smrčiny přirozeného vzniku, který je zapříčiněn stanovištními podmínkami mezidruhovou konkurencí a historickým vývojem lesa, se vyskytují převážně jen v horských polohách. V oblastech přiléhajících horní hranici lesa (1350 m n. m.) má smrk sníženou schopnost generativního rozmnožování, řidší výskyt semenných roků a relativně nízkou klíčivost. Díky vlivu nepříznivých klimatických podmínek a kamenitosti terénu je v těchto oblastech proces přirozené obnovy velmi pomalý (POLENO 2009). Produkční optimum má smrk v jedlo bukovém LVS v nadmořské výšce kolem 600 – 700 m n. m. (PRŮŠA 2001).

Na rozdíl od jiných dřevin je smrk schopen vyčkávat až 100 let v matečném porostu v zástinu, aniž by se narušil jeho přirozený vývoj v normální kmen, na rozdíl od borovice lesní (*Pinus sylvestris*), která za stejných podmínek během 20–30 let odumírá (SVOBODA 1952).

Obnova smrku je v porovnání s ostatními dřevinami v normálních podmínkách nižší, což je způsobeno především konkurencí zralého porostu, ale při větším poškození a následném otevření a prosvětlení matečného porostu se výrazně zvyšuje. Jak bylo zmíněno, podstatou přirozené obnovy lesa je odumírání horního stromového

patra. Na rozdíl od smíšeného horského lesa bývá přirozený rozpad smrkového lesa velkoplošný. Na rozsáhlých plochách o velikosti stovek hektarů může přirozeně dojít vlivem působení vichřice a kůrovce k odumření horního stromového patra během jedné nebo dvou sezón. Odumřely pouze dospělé stromy a zbytek smrkového ekosystému je stále funkční a plný života (ŠANTRŮČKOVÁ et al. 2010).

Mezi nejčastější zkoumané faktory ovlivňující výskyt a růst zmlazení v horských lesích střední Evropy patří přímé a difúzní světlo, teploty a srážky za dané období a trvání sněhové pokrývky (CUNNINGHAM et al. 2006), pokrytí bylinného patra a vliv mikrostanovišť, z nichž bývá největší význam přikládán mrtvému dřevu. Prospěšnost mrtvého dřeva byla popsána v různých typech lesů celého světa (LONSDALE et al. 2008).

BAČE et al. (2009) při sběru dat na Trojmezné, v NP Šumava zkoumali 8 typů mikrostanovišť, které měly na obnovu význam. Krom mrtvého dřeva to byl například vliv hrabanky, travin, borůvčí a mechorostů. Z nasbíraných dat je patrné, že největší vliv mělo mrtvé dřevo a pahýly, protože na ploše, která nezaujímal více než 5%, se nachází větší polovina celého smrkového zmlazení a další pozitivní vliv mělo mikrostanoviště pata živého stromu, mechorosty a borůvčí, jak je patrné v tabulce č. 1

Mikrostanoviště / Microsite	Zastoupení / Area		Počet smrků / Number of spruces (očekávaný počet / expected number)	
	TVP1	TVP2	TVP1	TVP2
Kaprad'orosty / Ferns	43,4 %	37,8 %	5 (362)***	6 (524)***
Traviny / Grasses	23,8 %	20,1 %	11 (198)***	43 (277)***
Mechorosty / Mosses	10,8 %	13,5 %	33 (90)***	134 (187)***
Borůvka / Bilberry	7,5 %	13,7 %	6 (62)***	160 (190)*
Hrabanka / Litter	6,3 %	4,8 %	2 (52)***	78 (66)
Pata / Stem neighbourhood	4,8 %	5,2 %	253 (40)***	230 (72)***
Ležící kmen / Log	3,0 %	4,4 %	381 (25)***	465 (61)***
Pahýl / Stump	0,4 %	0,5 %	142 (3)***	268 (7)***
Suma / Sum	100,0 %	100,0 %	833	1384

Tabulka č. 1 Vliv mikrostanoviště na zmlazení smrku na Trojmezné – NP Šumava (BAČE et al. 2009).

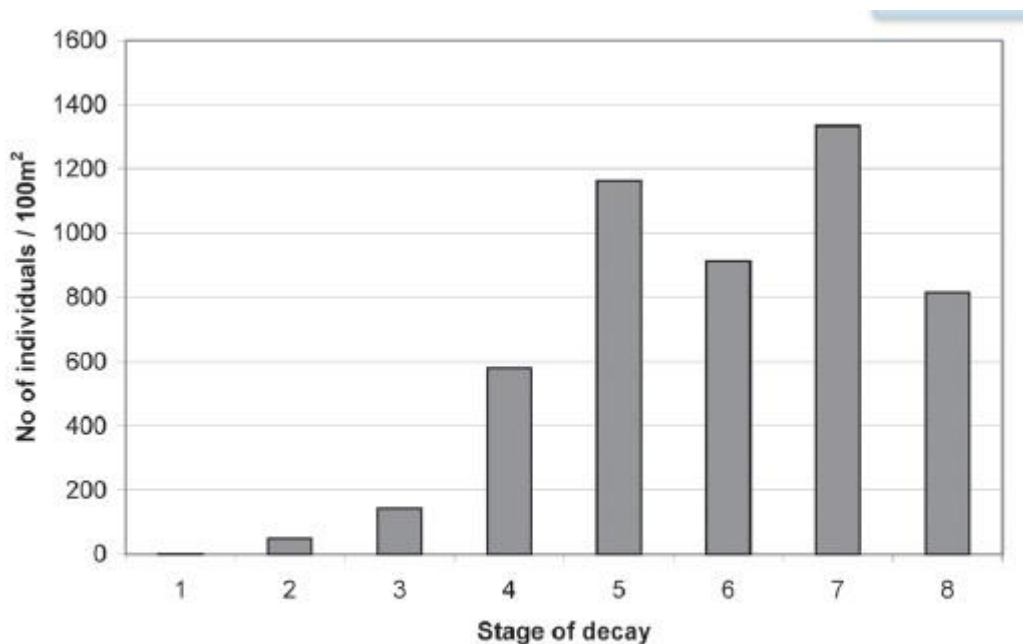
### 4.2.1. Vliv mrtvého dřeva

Mrtvým dřevem rozumíme zbytkům dřeva po živých stromech v lesním ekosystému. Tento pojem zahrnuje stojící mrtvé dřevo neboli souše, ležící kmeny a silné větve, odumřelé části dřeva živých stromů, pahýly, pařezy a kusy fragmentovaného dřeva (ZHOU et al. 2007).

V národním parku Bavorský les byl proveden dlouhodobý výzkum obnovy po velké vichřici v roce 1983. Lesníci sledovali v pětiletých intervalech dvě plochy, přičemž na jedné z nich bylo ponecháno mrtvé dřevo a druhá byla ošetřena klasickým lesnickým způsobem, což znamená, že byla většina zlámaných a vyvrácených stromů odvezena za použití těžké mechanizace – byla provedena takzvaná asanace. Rozdíl mezi těmito plochami byl obrovský. Na asanované ploše se porost začal chovat, jako by proběhla holosečná těžba, protože vyklizení vedlo k rozsáhlému poškození a obnažení půdního povrchu. Do 5 let po polomu byly plochy zarostlé především maliníkem a za dalších 15 let vyrostl březový les, jehož složení se výrazně lišilo od okolních smrkových porostů. Vedle toho se na plochách ponechaných samovolnému vývoji uplatnilo biologické dědictví a vyvíjel se nový porost, v němž převažoval opět smrk. Jeho semenáčky a mladé stromky byly přítomné již v době narušení a díky tomu, že se nenasadila těžká technologie, nebyly poškozeny a zachovala se tím i dobrá věková struktura porostu, čímž je jednoznačné, že na přirozenou obnovu smrku, má hlavní vliv přítomnost mrtvého dřeva (ŠANTRŮČKOVÁ et al. 2010).

Hlavní příčinou tohoto jevu je souboj bylin a mechorostů na povrchu půdy a na nově spadlých kmenech, který je dostatečně nízký pro uchycení zmlazení. Už zhruba po 10 letech dochází k rozpadu ležícího kmene na takovou úroveň, aby se na něm začal zvyšovat počet rostoucích jedinců zmlazení, a s postupným rozkladem se tento počet zvyšuje (TAKAHASHI et al. 2000). To pomáhá zmlazení, které často předběhne plné obsazení mechorostů na kmeni (POUSKA 2005). Mezi další principy, které pomáhají přežít semenáčkům na ležícím dřevě, může patřit například ochrana před účinky tekoucí povrchové vody, kratší doba trvání sněhové pokrývky oproti okolí (VACEK 1982). Ve svém výzkumu BAČE et al. (2009) vysvětluje celkově větší počet semenáčeků na pahýlech než na ležících kmenech tím, že většina pahýlů dosahuje vyšší

úrovně nad terénem než samotné ležící kmeny, které se mohou často nacházet například pod úrovní kaprad'orostů. Dalším důvodem může být to, že má pahýl větší kontakt s půdou a tudíž dochází k intenzivnější výměně látek a mikroorganismů (ZHOU et al. 2007). Vyšším stádiem rozkladu dřeva se i zvyšuje počet semenáčků až do jeho posledního stádia, jak je vidět například ve výzkumu v národních parcích polských Karpat na grafu č. 2 (ZIELONKA 2006).



Graf č. 2 Vliv stádia rozpadu mrtvého dřeva na výskyt jedinců obnovy smrku v Polsku (ZIELONKA 2006).

BAČE et al. (2012) provedli výzkum a zjistili, že počet jedinců vyrostlých na spadlém kmeni může být velmi proměnlivý. Na některých jedincích nemusí vyrůst žádný a na některých třeba i přes 500 kusů, ale průměrně to bylo ve zkoumaných plochách v Trojmezne a Hrubém Jeseníku něco málo pod 20 kusů na kmen.

#### 4.2.2. Ostatní mikrostanoviště

Mechorosty spolu s lišejníky osazují rozpadající se kmen prakticky v začátku samotného rozpadu (ZIELONKA & PÁTEK 2004). Postupně vznikající vrstva mechů vytváří na ležících kmenech organickou vrstvu, která zvyšuje přísun živin, vlhkost a

tudíž upravuje stanoviště pro vhodnější uchycení a klíčení semen, ale jsou i druhy rostoucí na sušších stanovištích, jako je trávník Schreberův (*Pleurozium schreberi*) v jejichž porostech se nachází semenáčeků málo. Vhodnější druhy na odrůstání semenáčeků smrku jsou například plonk obecný (*Polytrichum commune*) a mechy rodu rašelíník (*sphagnum spp.*), ale v případě, že dorostou příliš velkých výšek, mohou semenáčkům naopak konkurovat, jak je tomu známe v případě druhu *Sphagnum spp.*, který může malé semenáčky dokonce přerůst a zamezit jejich přežívání (HANSSEN 2003).

Vliv hrabanky uvádí mnoho autorů jako jedno z nejpříznivějších mikrostanovišť pro odrůstání smrkového zmlazení (např. HANSSEN 2003, BAIER et al. 2007), ale závisí u ní na více vlastnostech, protože ve velkých vrstvách zamezuje prorůstání kořenů semenáčeků do minerální půdy se stabilnějším režimem vlhkosti. Výhodou je například malá konkurence ostatních druhů vegetace a vyšší obsah živin v důsledku rozkladu organických látek, ale většinou se hrabanka vyskytuje jen na menších ploškách, a proto mohou semenáčky, které v ní rostou zápasit s problémem zástinu v blízkosti rostoucí okolní vegetace (HANSSEN 2003).

Mikrostanoviště trav je pro uchycení a růst přirozené obnovy smrku nevhodné a v našich podmínkách škodí nejčastěji třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*) a metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) (JONÁŠOVÁ & PRACH 2004). Husté koberce trav zabraňují jak klíčení, tak odrůstání semenáčeků smrku především díky konkurenci o světlo, živiny a vláhu. Kořínky semenáčeků stíží pronikají přes silnou vrstvu kořenů trav a dostávají se tím hůře k živinám a vodě (HANSSEN 2003). Podobně je tomu u brusnice borůvky (*Vaccinium myrtillus*), která se v kyselých půdách v jehličnatých lesích vyskytuje a smrkovým semenáčkům konkuruje (JONÁŠOVÁ & PRACH 2004).

### **4.3. Přirozená obnova jedle**

Zastoupení jedle se v našich lesích snížilo od poloviny do konce 20. století více než trojnásobně (ZATLOUKAL 2001). V 60. a 70. letech byla uskutečněna opatření, aby byl ústup pozastaven. Její velké rozšiřování bylo prováděno sítí a později stavbou oplocenek. Odhady uvádí, že během těch 20 let bylo vysázeno přibližně 350 milionů sazenic a vyselo se okolo 600 tun semene. I přes velkou snahu se ale ústup jedle



zastavit nepodařilo, přestože byl její zdravotní stav na konci 20. století po průzkumu zhodnocen jako výborný a u nás i na Slovensku intenzivně regeneroval (MÁLEK 1983). Na některých zkoumaných lokalitách se dokonce našla korovnice kavkazská (*Dreyfusia normanniana*) jako jediný škůdce, se kterým bylo spojováno chronické chřadnutí jedlí, ale přesto zastoupení jedle na většině našeho území klesalo (ZATLOUKAL 2001). Z hlediska zdravotního stavu je poškození korovnicí nejvýznamnějším patogenem s masovým rozšířením. V posledních letech je možno konstatovat drobný ústup této korovnice. Z pohledu výskytu houbových patogenů je jedle málo náchylná a je možné konstatovat, že se v současnosti žádný jiný výrazný škůdce, který by zdravotní stav jedle destabilizoval, nevyskytuje (JANKOVSKÝ 2005). Poškozením korovnice dochází sáním mšic na jehlicích a kůře letorostů. Po víceletém silném napadení výhonky a celé stromky odumírají. K přemnožení dochází hlavně na slunných, teplých a suchých stanovištích, zejména v mladých kulturách a školkách (KAPITOLA 2000).

Mezi další hmyzí škůdce patří například obaleč jedlový (*Choristoneura murinana*), lýkožrout jedlový (*Pityocteines curvidens*) a korohlod jedlový (*Cryphalus picae*).

S ohledem na nepříznivý početní stav jedlí v Čechách byla vypracována „Koncepce cílového zastoupení dřevin v lesích ČR“, podle které se předpokládá postupný nárůst podílu jedlových porostů v průběhu 50 let na 3 % a v horizontu 100 let dokonce na 5 %. To může být splněno v případě, že bude zajištěna obnova jedle v průměru na 1 300 ha ročně (KANTOR 2001).

Úspěšný proces přirozené obnovy jedle lze rozdělit na 2 výrazně se odlišující etapy:

- 1) „vzejití a zabezpečení zmlazení jedle“, touto etapou se myslí časový úsek života nové generace jedle od úspěšné úrody semen až po biologické zabezpečení nárostů, tzn. po první uvolňovací seči.

- 2) „odrůstání a osamostatnění jedlových nárostů a mlazin“, což je časový úsek života nové generace jedle od jejího biologického zabezpečení až po celkové osamostatnění, tzn. od prvního uvolňovacího zásahu až po domýcení.

Pro značnou citlivost a životní labilnost zmlazení jedle je třeba klást důraz především na první etapu, která rozhoduje o úspěchu přirozené obnovy. Obě etapy mají některé znaky společné. Jsou to stanovištní podmínky, hospodářský způsob a jim podmiňovaná struktura mateřského porostu a mezidruhové vztahy dřevin (KORPEL et al. 1965).

Výzkum obnovy jedle zkoumaný ve Východních Karpatech prokázal, že se obnova jedle odvíjí od smíšení jejího porostu. Největší obnova je v čistých jedlových porostech a klesá poměrem dřevin jiných druhů, přičemž je téměř totožná v jedlo – borových porostech s minimálně 40 % jedle a poklesem její populace rapidně klesá a na úrovni 10 % je její obnova v jedlo-borových porostech dokonce horší než v jedlo-smrkových nebo jedlo-bukových (PALUCH 2013). V semenných letech může zdravá stoletá jedle poskytnout přes 75 tisíc semen (MARCZYK 2012).

Podle výzkumů v jedlo-bukových lesích v Dinárských horách, kde jsou tyto dvě dřeviny dominantní a v místech, kde byla jedle většinová, se v posledních třech dekádách drasticky snižuje její počet na úkor buku (HARTMAN 1987, ROŽENBERGAR 2000) a na Slovinsku byl tento jev zpozorován ještě výrazněji (DEBELJAK 1997, BONČINA et al. 2003), ale v kontrastu se tento jev neprojevil ve velmi podobných lesech Chorvatska, ve kterých je obnova jedle bezproblémová (PRPIĆ & SELETOVIĆ 1996). Tento jev se v měření na různých plochách právě lesů Slovinska a Chorvatska, kde byl kontrast největší, snažili vysvětlit ROZENBERGAR et al. (2006) a výzkum se zabíral hlavně rozdílným vlivem přímého a difúzního světla na podobné mladé porosty kolem 10 let rostoucí v otevřeném lehce zastíněném prostoru vytvořeném především po větrné disturbanci a napadením houbových parazitů. V lesích Slovinska bylo potvrzeno větší množství buku nad jedlí a vysvětlením bylo hlavně menší množství relativního světla dopadající na tyto podrosty.

### **4.3.1. Problém škod způsobených zvěří**

Za největší problém pro obnovení jedlí lze považovat okus zvěří, která soustavně likviduje zmlazení a nechráněné jedle. V kombinaci s okusem zbytků přirozené obnovy, které přečkaly nepříznivé klimatické podmínky, je její vliv fatální (JANKOVSKÝ 2005). Rozhodující je stav zvěře, péče o zvěř, struktura porostů a související možnosti přirozené potravy v hospodářském celku, výskyt jedle v mladších vývojových fázích porostu, expozice, výška sněhové přikrývky a její trvání, způsob a intenzita ochrany apod. (KORPEL et al. 1965).

Problém okusu jedlových semenáčků se netýká pouze porostů v pasečném lese, ale i v lesech výběrových, pralesech a zejména v původních jedlových bučinách. Úkaz, že se jedlové semenáčky hromadně objevují, ale nevydrží déle než 2–3 roky a mizí bez přírůstu, je možné vysvětlit pouze spásáním zvěří. Příčinou je hlad. Jde pravděpodobně o kritické deficitní stavy ve výživě zvěře spárkaté. Zvěř v jedlových větvičkách nachází vzácné, pro výživu potřebné látky jako je například vitamin A, karotin apod., které jedle obsahuje ve velkém množství. Mnohem pravděpodobnější je, že zvěř okusem jedle v zimě získává potřebné tekutiny, protože v zimě obsahuje ze všech dřevin nejvíce vody (KORPEL et al. 1965).

Intenzita vlivu okusu jedle ustupuje po dosažení výšky 1 metru, proto je třeba její důsledná prevence a ochrana. Z preventivních opatření lze jmenovat například dostatečné přikrmování v čase nejsilnějšího okusu, a to zejména při tání sněhu, stavění oplocenek nebo používání biologických a chemických ochranných prostředků. Ovšem mezi nejpodstatnější ochranné opatření bezpochyby patří redukce stavu zvěře na únosnou míru (KORPEL et al. 1965).

## **4.4. Přirozená obnova buku**

Buk je typická klimaxová dřevina. Pro vznik přirozené obnovy je nevyhnutelné nejen splnění mnoha základních podmínek, ale i jejich časové a prostorové sjednocení. Z hlediska četnosti semenných roků je schopen dobře zabezpečit množství vyprodukovaných semenáčků. Semenná úroda souvisí s teplejším a sušším létem

předcházejícího roku. Dráždivé počasí a mrazy v období květu, stejně jako poškození hmyzem semenné úrodě neprospívá (KORPEL 1978).

Úspěšnost přirozené obnovy buku je ovlivněna dalšími činiteli. Z nich je nejdůležitější stav zmlazovaného matečného porostu, příznivé prostřední vnitřních prostor lesa a vhodné půdní podmínky pro klíčivost semen a růst semenáčků (MRÁČEK 1989). Studie prokázaly, že omezené šíření semen, jejich konzumace zvěří, tolerance k zástínu, náchylnost ke konkurenci bylin, náchylnost k suchu a zranitelnost vůči mrazu patří mezi nejvýznamnější charakteristiky obnovy buku (DIACI 2012). Hlavním nositelem úrody semen jsou úrovňové stromy, jejichž podíl na celkové úrodě je asi 50 %. Ustupující stromy s podílem 29 % a stromy předrůstavé s podílem 24 %. Stromy podúrovňové jsou pro semenění bezcenné. Bukový nálet vyžaduje k úspěšnému vývoji asi 30 % světelnosti. Teplotní poměry v bučinách jsou svým způsobem typické. Bučiny mají oproti smrkovým porostům během roku nevyrovnanou teplotní křivku. V zimě a ještě významněji na jaře, kdy bezlisté koruny buku propouštějí na povrch lesa bohaté záření, je teplotní rozdíl mezi bukovým porostem a otevřeným prostranstvím jen nepatrný (0,57 až 0,86 °C), kdežto v olistněných bučinách je denní kolísání teplot tlumeno v průměru téměř o 5°C, což je jedna z nejvyšších hodnot, kterou v jiném lesním společenstvu najdeme jen těžko (MRÁČEK 1989).

Buk je na stanovištích jemu příznivých vitální a má snahu potlačovat přimíšené dřeviny a vytvářet čisté porosty (MRÁČEK 1989), ale vzhledem k nízkému rozptylu padajících bukvic patří mezi dřeviny s malou vlastní schopností rozšiřování. To je na větší vzdálenost realizováno například drobnými savci, ptáky (SAGNART 2007).

Obnova buku byla zkoumána například i v souvislosti vlivu konkurence česneku medvědího (*Allium ursinum*) na plochách jeho bohatého výskytu a konkurence ostatních bylin v bukových porostech Dinárských hor, a bylo zjištěno, že na těchto plochách má hlavně česnek na obnovu buku velmi negativní vliv, a v lesích, kde je hodně česneku se více daří dřevinám méně stínomilným.

Počet spadáných bukvic je silně redukován živočichy, kteří se jimi živí, nebo například saprofytickými (parazitickými) plísněmi rodu *Phytophthora* a *Pythium*

(IVANOVÁ 2004). Problém s plísněmi, potažmo houbovými patogeny obecně, je pro buk natolik významný, že jim bude práce věnovat podrobněji.

#### 4.4.1. Patogeny buku

Při optimálních stanovištních podmínkách podléhají patogenům převážně staré stromy, ale přesto se v posledních desetiletích objevují i lokality, kde chřadnou stromy všech věkových kategorií (ČÍŽKOVÁ 2007).

Buk je velmi citlivý na poškození kořenového systému a jeho vývraty jsou často důsledkem poškození kořenů. Nejzávažnější jsou infekce kořenového systému způsobené dřevomorem kořenovým (*Kretzschmaria deusta*), dřevnatkou kyjovitou (*Xylaria polymorpha*), trsnatcem lupenitým (*Grifola frondosa*), šupinovkou slizkou (*Pholiota adiposa*) apod. Napadení kořenů se projevuje poškozením listového aparátu a v pokročilém stádiu napadení i odumíráním kosterních větví (ČÍŽKOVÁ 2007).

Buk trpí i na poškození kmene. Typickou dřevní houbou, která se vyskytuje na kmenech buku je troudnatec kopytovitý (*Fomes fomentarius*) a běžný je i výskyt hlívy ústříčné (*Pleurotus ostreatus*) (ČÍŽKOVÁ 2007).

Dále jsou častá onemocnění borky, která mohou vést až k rakovině kmene, jsou způsobeny například hlívenkami (*Nectria*). Nezanedbatelný vliv mají i živočišní škůdci, jako například stromovnice buková (*Phyllaphis fagi*), bejlmorka buková (*Mikiola fagi*) nebo štětconoš ořechový (*Calliteara pudibunda*) (KOLARŽÍK et al. 2010).

Množství patogenů na buku a jejich rozdílné životní strategie a populační dynamika jsou natolik komplexní a provázané, že nelze mluvit o významném vlivu jednoho konkrétního škůdce, ale mluvíme spíše o komplexním chřadnutí buku. Je tím například návaznost výskytu hlívenek na bakteriální onemocnění po žíru červce bukového (*Heliococcus bohemicus*) a obecně lze říci, že čím je jedinec starší, tím větším počtem patogenů je napaden (ČÍŽKOVÁ 2007).

## 4.5. Vliv disturbancí na obnovu

Analýzy regenerace spolu s křivkami počtu stromů různověkého porostu potvrzují základní předpoklad o disturbancích jako hlavním faktoru řídícím regeneraci lesa, resp. Dynamiku lesa (např. PICKETT & WHITE 1985, WHITE & JENTSCH 2001). Z novějších studií zaměřených na střední Evropu je patrné, že obnovu horských lesů řídí hlavně disturbance středního až velkého rozsahu, což potvrzuje i výzkum ze Šumavy, který potvrzuje ovlivnění této oblasti častými vichřicemi značného rozsahu již od 18. století (SVOBODA et al. 2012).

Některé disturbance mají vliv na koexistenci různých dřevin s rozlišnými nároky na světlo. Například po velké větrné disturbanci může výrazně prospět, když v podrostu přerůstá modřín smrk, který je spíše stín tolerantní dřevinou, ale modřín je světlo milný (ZEILONKA et al. 2009).

## 5. Závěr

V dynamice horských lesů hrají velmi důležitou roli přirozené disturbance, které jsou pro tyto lesy hlavním nástrojem k jejich obnově. Zásadně pomáhají při udržení biodiverzity a ovlivňují strukturu lesů, přičemž ochrana biodiverzity je jednou z hlavních výzev globální úrovně. V evropských lesích to jsou pro smrky především větrné disturbance a přemnožení kalamitních hmyzích škůdců, přičemž spolu tyto dva typy narušení velmi úzce souvisí. Z mnohých studií vyplývá, že se smrkové lesy těchto oblastí z disturbance nejlépe zmlazují, pokud je na stanovištích ponecháno mrtvé dřevo, jako jsou pahýly, nebo samotné ležící kmeny padlých stromů, které mladé stromky obohacují o minerální látky a poskytují jim úkryt před aspekty, jako je například odtok vody, ale všeobecně se u nás smrk obnovuje velmi slušně. Jedle na vývraty tolik netrpí, protože má na rozdíl od smrku silný kůlový kořen, ale její počet byl silně redukován imisními vlivy a spásáním zvěří, která její přirozené obnově velmi brání a pro zvýšení počtu přeživších jedlí se musí zpravidla semenáčky chránit obrannými prostředky, dokud neodrostou kritické výšce. Buk je dřevina, která má ve zvyku vytvářet přirozené monokultury a vytlačovat okolní dřeviny. Z disturbance pak nejvíce trpí houbovými patogeny, které způsobují komplexní chřadnutí a nedožívá se tak kromě popsanych výjimek věku jako smrk a jedle. Obnovu všech dřevin do značné míry ovlivňuje i nadmořská výška. Ve vyšších polohách se snižuje frekvence semenných roků i jejich intenzita a semenáčky také pomaleji klíčí. Všechny dřeviny horských pralesů jsou stínomilné, přestože je u smrku toto tvrzení sporné, což odpovídá dnes již překonanému konceptu klimaxového lesa.

Práce se snaží přispět všeobecným pohledem na velmi širokou a obsáhlou problematiku, přirozené obnovy, zkoumá její vlivy a zákonitosti ze zažitých i moderních poznatků.

## 6. Literatura

BAČE, R., JANDA, P., SVOBODA, M., 2009: *Vliv mikrostanoviště a horního stromového patra na stav přirozené obnovy v horském smrkovém lese na Trojmezí.* Silva Gabreta 15: 67-84.

BAČE, R., SVOBODA, M., POUŠKA, V., JANDA, P., ČERVENKA, J., 2012: *Natural Regeneration in Central-European subalpine spruce forests?: Which logs are suitable for seedling recruitment?* Forest Ecology and Management 266: 254 - 262.

BARTÁK M., VEBROVÁ J., RYCHLÁ R., 2008: *Slovník cizích slov pro 21. století.* 1. vydání. Praha, 365 s.

BERRYMAN, A. A., 1986: *Forest Insects – Principles and Practice of Pulpation Management.* Plenum Press, New York, 279 s.

BEDNÁŘ, V., et al. 2014: *Penzum znalostí z myslivosti.* Praha 3, 875 s.

BOLI J., WAGNER J., KALWIJ J., WERTH S., CHERUBINI P., SCHEIDEGGER C., RIGLING A., 2008: *Growth dynamics after historic disturbance in a montane forest and its implications for an endangered epiphytic lichen.* Botanica Helvetica, 118: 111 - 127.

BRANG, P., 2001: *Resistance and elasticity: promising concepts for the management of protection forests in the European Alps.* Forest Ecology and Management, 145: 107 - 119.

CUNNINGHAM, C., ZIMMERMANN, N.E., STOECKLI, V. & BUGMANN, H., 2006: *Growth of Norway spruce (Picea abies L.) saplings in subalpine forests in Switzerland: Does spring climate matter?* Forest Ecology and Management, 228: 19 - 32.

ČADA, V., 2014: *Dlouhověkost buku lesního.* Šumava 4 (Zima 2014): 10 - 11.

ČÍŽKOVÁ, D., 2007: *Houboví patogeny buku.* Zpravodaj ochrany lesa, 14: 25 - 27.

ČÍŽKOVÁ, P., SVOBODA, M., & KŘENOVÁ, Z. (2011). *Natural regeneration of acidophilous spruce mountain forests in non-intervention management areas of the Šumava National Park the first results of the Biomonitoring project.* Silva Gabreta, 17(1): 19-35.

DEBELJAK, M., 1997: *Jelka (Abies alba Mill.) v pomladku pragozda Pečka v zadnjih tridesetih letih.* Zb. gozdarstva lesarstva. 53: 29 – 48.



DIACI, J., ADAMIC, T., ROZMAN, A., 2012: *Gap recruitment and partitioning in an old-growth beech forest of the Dinaric Mountains: Influences of light regime, herb competition and browsing.* *Forest Ecology and Management*, 285: 20-28.

FISCHER, A., LINDNER, M., ABS, C., LASCH, P., 2002: *Vegetation dynamics in the central European forest ecosystems (near-natural as well as managed) after storm events.* *Folia Geobotanica*, 37: 17 – 32.

FRELICH, L. E., 2002: *Forest Dynamics and Disturbance Regimes: Studies from Temperate Evergreen-Deciduous Forests.* Cambridge University Press, 280s.

GROMTSEV, A., 2002: *Natural disturbance dynamics in the boreal forests of European Russia: a review.* *Silva Fennica*, 36(1): 41 - 55.

GUBKA, K., 2006: *Effects of the altitude change on the structure of the soil protective and anti-erosive fiction.* In: *Stabilization of forest fiction in biotopes disturbed by anthropogenic activity.* Proceedings of conference in Opočno: 537 – 544.

HARTMAN, T., 1987: *Gozdni rezervati Slovenije – Pragozd Rajhenavski Rog .* Univerza Edvarda Kardelja v Ljubljani, Biotehniška fakulteta, Ljubljana, 99 s.

HANSEN, K. H., 2003: *Natural regeneration of Picea abies on small clear-cuts in SE Norway.* *Forest Ecology and Management*, 180 (1-3): 199 - 213.

HOUGHTON J., 1998: *Globální oteplování.* Academia, Praha, 228 s.

HLADÍK M., KORPEL'Š., LUKÁČ T., TESAŘ V., 1993: *Hospodárenie v lesoch horských oblastí.* Vysoká škola zemědělská – lesnická fakulta Praha, 123 s.

HRUŠKA, J. & CIENCIALA E., 2002: *Dlouhodobá acidifikace a nutriční degradace lesních půd – limitující faktor současného lesnictví.* Ministerstvo životního prostředí, Praha, 159 s.

HRUŠKA, J., OULEHLE, F., KRÁM, P., SKOŘEPOVÁ, I. et NAVRÁTIL, T., 2009: *Vliv imisí síry a dusíku na horské lesy.* Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk: 70-79.

CHMELAR J., 1981: *Dendrologie s ekologií lesních dřevin, 1. část – Jehličnany.* Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 91 s.

- CHMELARĚ J., 1981: *Dendrologie s ekologií lesních dřevin*, 1. část – Listnáče. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 133 s.
- IVANOVÁ, H., 2004: *Poškodenie semien a plodov les. drevín parazitickými hubami*. Lesn. Práce, 83(9): 17 - 19.
- JANKOVSKÝ, L., 2005: *Chřadnutí a choroby jedle bělokoré (Abies alba Mill.)*. Srní: Česká zemědělská univerzita v Praze: 43-47.
- JONÁŠOVÁ M., 2008: *Vítr a kůrovec obnovují horské smrčiny*. Šumava – čtvrtletník správy NP a CHKO Šumava (Léto 2008): 04 - 07.
- KANTOR P., 2001: *Obnova jedle bělokoré. In Pěstování a umělá obnova jedle bělokoré*. Praha: Česká lesnická společnost: 5 - 13.
- KINDLMANN, P., MATĚJKA, K., DOLEŽAL, P., 2012: *Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody*. Karolinum, Praha, 322 s.
- KOLAŘÍK, P., ROTREKL, J. (2010): *Výskyt teplomilných hmyzích škůdců v porostech vojtěšky (Medicago sativa L.) na jižní Moravě*. Úroda 12: 293 – 296.
- KOLEJKA J., KLIMÁNEK M., MIKITA T. & SVOBODA J., 2010: *Polomy na Šumavě způsobené orkáňem Kyrill a spoluúčasť reliéfu na poškození lesa*. Geomorphologica Slovaca et Bohemica (Zima 2010): 6 - 28.
- KORPEL, Š., VINŠ, B., 1965: *Pestovanie jedle*. Bratislava, Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 340 s.
- KORPEL Š., SANIGA M., 1995: *Prírode blízke pestovanie lesa*. 1. vydání. Zvolen: Ústav pre výchovu a vzdelávanie pracovníkov LVH SR, 158 s.
- KORPEL, Š., 1991: *Pestovanie lesa. Príroda*, Bratislava, 465 s.
- KOŠULIC M., 2010: *Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu*. Forest Stewardship Council CR, Brno: 1 - 51.
- KULLA, L., MARUŠÁK, J., MERGANIČ, R., 2009: *Analysis natural regeneration in declining spruce forests on the Slovak part of the Beskydy Mts*. Beskydy: 1803 - 2451.

- LONSDALE, D., PAUTASSO, M. & HOLDENRIEDER, O., 2008: *Wood-decaying fungi in the forest: conservation needs and management options*. European Journal of Forest Research, 127: 1 -22.
- MARCZYK, M., 2012: *Uwalnianie i dyspersja nasion Abies alba Mill. we wnętrzu drzewostanu – stymulacja parametrów i walidacja modeli*. Praca magisterska, Katedra Szczegółowej Hodowli Lasu, Wydział Lesnictwa, UR w Krakowie, Krakow, 41 s.
- MORAVEC J. et al., 1994: *Fytocenologie*. 1. vydání. Praha: Academia, 403 s.
- MUSIL, I., 2003: *Dendrologie I*, ČZU, LF, Praha, 177 s.
- MÜLLER, J., BUBLER, H., GROBNER, M., RETTELBACH, T., DUELLI, P., 2008: *The European spruce bark beetle Ips typographus in a national park: from pest to keystone species*. Biodivers conserv, 17: 2979 – 3001.
- MRÁČEK, Z., 1989: *Pěstování buku*. SZN Praha, 224 s.
- OLIVER, C., D., LARSON, B., C., 1996: *Forest stand dynamics*. New York, 540 s.
- OSTFELD, R. S., MANSON, R.H., CANHAM C.D., 1997: *Effects of rodents on survival of tree seeds and seedlings invading old fields*. Ecology, (78): 1531 - 1542.
- PALUCH, J. G., JASTRZABSKI, R., 2013: *Natural regeneration of shade-tolerant Abies alba Mill. in gradients of stand species compositions: Limitation by seed availability or safe microsites?* Forest Ecology and Management 307: 322-332.
- PFEFFER A., 1961: *Ochrana lesů*. Státní zemědělské nakladatelství, 838 s.
- PICKETT S. T. A., WHITE P. S., 1986: *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic press, London, 472 s.
- PILŮRA, A., KUNDROTSD, V., SUCHOCKAS, V., 2000: *Natural Regeneration on Narrow Strip Clearcuts of Norway Spruce (Picea abies (L.) Karst) Stands*. Baltic Forestry: 59 - 67.
- PODRÁZSKÝ, V., 1999: *Obnova horských lesů v NP Šumava*. Lesnická práce, 78 s.
- PODRÁZSKÝ, V., 2007: *Dynamika a management lesních ekosystémů*. ČZU, Praha.

POLENO, Z., VACEK, S., 2011: *Pěstování lesů I - Ekologické základy pěstování lesů*. 2. vydání. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 317 s.

POLENO, Z., VACEK, S., et al., 2009: *Pěstování lesů III – Praktické postupy pěstování lesů*. 1. vydání. Kostelec nad Černými lesy: Lesnická práce, 952 s.

POUSKA, V., 2005: *Tlející dřevo smrku a výskyt hub na Trojmezí hoře na Šumavě*. Ms., diploma thesis, University of South Bohemia, 53 s.

PRŮŠA, E., 2001: *Pěstování lesů na typologických základech*. Lesnická práce, 593s.

PRPIĆ, B., SEKETKOVIĆ, Z., 1996: *The research in Croatian virgin forests and the application of results to natural forests*. In Unapredjenje proizvodnje biomase šumskih ekosustava. B. Mayer (ed). Hrvatsko šumarsko društvo, Zagreb: 97 – 104.

ROČEK, I., 2010: *Schwarzenberský plavební kanál*. Vesmír 89: 154-157.

ROZENBERGAR, D., MIKAC, S., ANIC, I., DIACI, J., 2007. *Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech-fir forest reserves in South East Europe*. Forestry 80: 431-443.

ROZENBERGAR, D., 2000: *Stand dynamics of the virgin forest remnants of Pečeka and Rajhenavski Rog*. Gozdarski vestn. 58: 53 – 55.

ROMME, W.H., EVERHAM E.H., FRELICH L.E., MORITZ M.A., SPARKS R.E., 1998: *Are Large, Infrequent Disturbances Qualitatively Different from Small, Frequent Disturbances*. Ecosystems (1): 524 - 534.

SAGNARD, F., PICHOT, CH., DREYFUS, P., JORDANO, P., FADY, B., 2007: *Modelling seed dispersal to predict seedling recruitment: recolonization dynamics in a plantation forest*. Ecol. Model., 203: 464 - 474.

SKOŘEPA, H., 2006: *Jedle bělokorá v našich lesích*. – Živa, Praha, 5: 108–110.

SLÁVIK, M., 2004: *Lesnická dendrologie pro bakalářské studium*

SVOBODA, M., 2005: *Struktura horského smrkového lesa v oblasti Trojmezí ve vztahu k historickému vývoji a stanovištním podmínkám*. Silva Gabreta, Vimperk, 11 (1): 43 - 62.

SVOBODA, M., FRAVER, S., JANDA, P., BAČE, R., ZENÁHLÍKOVÁ, J., 2010: *Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest. Forest Ecology and Management*, 260 (5): 707 - 714.

SVOBODA P., 1952: *Život lesa*. Brázda, nakladatelství jednotného svazu českých zemědělců, 894 s.

SKOŘEPA, H., 2006: *Jak podpořit návrat jedle bělokoré? – Živa 2006*, (3): 108 -110.

ŠANTRŮČKOVÁ, H., VRBA, J., et al. 2010: *Co vyprávějí šumavské smrčiny*. Správa NP a CHKO Šumava, 153s.

ŠIMEK, J., 1993: *Přirozená obnova smrku*. Ministerstvo zemědělství, Tábor, 55s.

ŠERÁ, B., FALTA, V., CUDLÍN, P., CHMELÍKOVÁ, E., 2000: *Contribution to knowledge of natural growth and development of mountain Norway spruce seedlings*: 420 - 434.

TAKAHASHI M., SAKAI Y., OOTOMO R. & SHIOZAKI M., 2000: *Establishment of tree seedlings and water-soluble nutrients in coarse woody debris in an old-growth Picea-Abies forest in Hokkaido, northern Japan*. Canadian Journal of Forest Research, 30: 1148 - 1155.

VACEK S., 1982: *Ekologické aspekty dekompozice biomasy v autochtonních ochranných smrčínách*. Zprávy lesnického výzkumu, 27: 5 - 11.

VACEK S., VANČURA K., ZINGARI P., JENÍK J., SIMON J., SMEJKAL J., 2003: *Horské lesy České republiky*. Praha, MZe ČR, 313 s.

VACEK, S., 2001: *Přirozená obnova lesních porostů v horských oblastech*. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, Opočno: 205 – 208.

VALENTA, M., 2007: *Orkán Kyrill – „katastrofa“ století? Šumava*, 12 (1): 9 – 10.

VEBLEN, T.T., HADLEY, K.S., REID, M.S., REBERTUS, A.J., 1989: *Blowdown and stand development in a Colorado subalpine forest*. Can. J. For. Res. 19: 1218 – 1223.

WATSON A., 1983: *Eighteenth century deer numbers and pine regeneration near Braemar, Scotland*. Biological Conservation, (25), 289 - 305.

WHITE, P. S., & JENTSCH, A., 2001: *The search for generality in studies of disturbance and ecosystem dynamics*. Progress in botany, 62 s.

ZATLOUKAL V., 1998: *Historické a současné příčiny kůrovcové kalamity v Národním parku Šumava*. Silva Gabreta 2: 327-357.

ZATLOUKAL, V., 2000: *Dynamika přirozeného zmlazení a umělých podsadeb v závislosti na stanovištních poměrech v horských lesích Šumavy*. In: Konference Monitoring, výzkum a management ekosystémů NP Šumava (1. - 2. 12. 1999), Kostelec nad Černými lesy. ČZU, FLE, Praha: 74 – 78.

ZHOU, L., DAI, L., GU, H., ZHONG, L., 2007: *Review on the decomposition and influence factors of coarse woody debris in forest ecosystem*. Journal of Forestry Research, 18: 48 - 54.

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

ZIELONKA, T. & PIATEK, G., 2004: *The her band harf shrubs colonization of decaying logs in subalpin forest in the Polish Tatra Mountains*. Plant Ecology, 172: 63 - 72.

## INTERNETOVÉ ZDROJE:

BLÁHA, J. & KOŠTÁL, L., 2010: *Horské smrčiny – vodní prameny i střecha naší země*. Dostupné z: <http://www.hnutiduha.cz/>

MYNÁŘ, J., 2006: *Struktura porostu: výšková a tloušťková struktura, hodnocení rozmístění stromů – využití*. Dostupné z: [http://oryx.mendelu.cz/honza/nop/images/stories/nopka/7/Struktura\\_porostu.pdf](http://oryx.mendelu.cz/honza/nop/images/stories/nopka/7/Struktura_porostu.pdf)

Obr. č. 1:

[https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f2/Vegetacni\\_stupne\\_CR.svg/1024px-Vegetacni\\_stupne\\_CR.svg.png](https://upload.wikimedia.org/wikipedia/commons/thumb/f/f2/Vegetacni_stupne_CR.svg/1024px-Vegetacni_stupne_CR.svg.png)

Obr. č. 2:

[http://fle.czu.cz/~ulbrichova/Skripta\\_EKOL/Vyvojlesa/img/velky2.jpg](http://fle.czu.cz/~ulbrichova/Skripta_EKOL/Vyvojlesa/img/velky2.jpg)

Obr. č. 3:

[http://fle.czu.cz/~ulbrichova/Skripta\\_EKOL/Vyvojlesa/img/maly2.jpg](http://fle.czu.cz/~ulbrichova/Skripta_EKOL/Vyvojlesa/img/maly2.jpg)