

**Česká zemědělská univerzita v Praze**  
**Fakulta lesnická a dřevařská**

**Katedra ekologie lesa**



Bakalářská práce

**Dynamika horských smrkových lesů**

Autor: Jitka Veselá

Obor: BLES

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

Praha 2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie lesa

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jitka Veselá

Lesnictví

Název práce

Dynamika horských smrkových lesů

Název anglicky

Forest dynamics in spruce mountain forests

---

**Cíle práce**

Cíl práce je vypracovat literární rešerši na uvedené téma.

**Metodika**

Zpracování literární rešerše na zadané téma s použitím dostatečného počtu 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**

20-30 stran

**Klíčová slova**

disturbance, dynamika lesa, přirozená obnova, mikrostanoviště, populační dynamika

---

**Doporučené zdroje informací**

- Hofgaard, A., 1993. Structure and regeneration patterns in a virgin *Picea abies* forest in northern Sweden. *Journal of Vegetation Science*, 4: 601-608.
- Hunziker, U., Brang, P., 2005. Microsite patterns of conifer seedling establishment and growth in a mixed stand in the southern Alps. *Forest Ecology and Management* 210, 67-79.
- Kupferschmid, A.D., Bugmann, H., 2005. Predicting decay and ground vegetation development in *Picea abies* snag stands. *Plant Ecology* 179, 247-268.
- Kuuluvainen, T., 1994. Gap disturbance, ground microtopography, and the regeneration dynamics of boreal coniferous forests in Finland. A review. *Annales Zoologici Fenniae*, 31, 35-61.
- Rammig, A., Fahse, L., Bebi, P., Bugmann, H., 2007. Wind disturbance in mountain forests: Simulating the impact of management strategies, seed supply, and ungulate browsing on forest succession. *Forest Ecology and Management* 242, 142-154.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2015/06 (červen)

**Vedoucí práce**

doc. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 15. 4. 2015

**doc. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.**

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 16. 4. 2015

**prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 16. 04. 2015

### Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma „Dynamika horských smrkových lesů“ vypracovala samostatně a použila jen prameny, které cituji a uvádím v příloženém seznamu literatury.

Jsem si vědoma, 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:

Ráda bych poděkovala především panu Ing. Pavlu Jandovi, Ph.D. za jeho čas a odborné rady, které mi pomohly při vypracování této práce. Velký dík patří také Ing. Jaroslavu Červenkovi, Ph.D. za jeho rady a ochotu.

# Dynamika horských smrkových lesů

---

## Forest dynamics in spruce mountain forests

### Abstrakt

Tato bakalářská práce se zabývá především dynamikou přirozené obnovy po disturbancích. Zaměřuje se na nejvýznamnější disturbance v porostech horských smrkových lesů v oblasti střední Evropy. Což jsou větrná narušení a přemnožení lýkožrouta smrkového. Přičemž spolu tyto dvě disturbance velmi častou souvisí, neboť v porostech narušených silným větrem a při působení vhodných klimatických podmínek často dochází ke gradaci lýkožrouta smrkového. Při těchto disturbancích dochází k rozpadu mateřského porostu a růstu nové generace stromů. Přirozená obnova odrůstá na různých mikrostanovištích, jako nejlepší pro růst semenáčků se jeví mrtvé dřevo a mechorosty. Ovšem názory na vhodnost jednotlivých mikrostanovišť se velmi různí. Dalšími důležitými faktory, které ovlivňují přirozenou obnovu, jsou: světlo, teplo, srážky a pokrytí vegetací. Poslední část práce se zabývá rozdílem růstu obnovy po větrné disturbanci a po přemnožení lýkožrouta smrkového. Ukázalo se, že po větrném narušení se semenáčky uchycují rychleji a lépe odrůstají na mrtvém dřevě, zároveň je zde větší konkurence ostatní vegetace. Obecně však platí, že horské smrčiny jsou na disturbance přizpůsobené a dokážou se po nich obnovit samovolně.

### Klíčová slova

disturbance, dynamika lesa, přirozená obnova, mikrostanoviště, populační dynamika

## **Abstract**

This bachelor thesis mainly deals with the dynamics of natural regeneration after disturbance. It focuses on the most significant disturbances in forests of mountain spruce in Central Europe. Which are the wind and bark beetle outbreak. These two types of disturbance are very frequently related, because in forest disturbed by strong winds are often suitable climatic conditions, which results in the gradation of the bark beetle. In these disturbances mother stand decays and it leads to growth of a new generation of trees. Natural regeneration grows in different microhabitats, as the best for the growth of the seedlings appears to be dead wood and bryophytes. However, opinions on the appropriateness of different microhabitats are very different. Other important factors that influence the natural regeneration are: light, temperature, precipitation and coverage of surrounding vegetation. The last part of work shows the differences in growth recovery after wind disturbance and after bark beetle outbreak. It turned out that after the wind disturbance seedlings grows faster and better on dead wood, but there is also greater competition with other vegetation. Generally, the mountain spruce forests are adapted to disturbances and they are able to properly recover spontaneously.

### **Key words:**

disturbances, forest dynamics, natural regeneration, microhabitat, population dynamics

# Obsah

---

<b>1. Úvod.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Smrk ztepilý .....</b>	<b>10</b>
1.2 Horské smrkové lesy .....	11
<b>3. Dynamika horských smrkových lesů .....</b>	<b>12</b>
<b>3.1 Disturbance.....</b>	<b>13</b>
3.1.1 Abiotické disturbance.....	14
3.1.2 Biotické disturbance .....	15
<b>3.2 Přirozená obnova .....</b>	<b>17</b>
3.2.1 Faktory ovlivňující klíčení, odrůstání, mortalitu .....	18
3.2.2 Prostorové uspořádání .....	19
3.2.3 Mikrostanoviště.....	20
3.2.3.1 Mrtvé dřevo .....	21
3.2.3.2 Mechorosty.....	24
3.2.3.3 Hrabanka .....	25
3.2.3.4 Trávy .....	25
3.2.3.5 Borůvčí.....	26
3.2.4 Přirozená obnova po větrné disturbanci .....	26
3.2.5 Přirozená obnova po disturbanci způsobené lýkožroutem smrkovým .....	27
<b>4. Závěr.....</b>	<b>29</b>
<b>5. literatura .....</b>	<b>30</b>



# 1. Úvod

Přírozené smrkové lesy horských poloh patří mezi významné ekosystémy, i když na našem území, ale i ve střední Evropě zauímají jen menší plochy. Jsou to jedinečné lesy díky jejich vlastnostem a struktuře. Právě struktura těchto lesů významně ovlivňuje jejich stabilitu, která je často velmi nízká. Toto vše souvisí s režimem disturbancí. Dnes již víme, že disturbance se v horských smrčínách vyskytují relativně pravidelně a jsou pro tyto lesy důležité, ať už z pohledu obnovy či pro udržení biodiverzity (ČADA et al. 2013). Přesto, že dynamika horských smrčín je v současné době velmi aktuální téma, je stále relativně málo studií právě ze střední Evropy. Přitom pochopení režimu disturbancí, jeho dopadu na lesy a jeho součástí pro jejich obhospodařování a ochranu je velmi důležité.

V mé bakalářské práci bych chtěla blíže rozebrat tuto problematiku. Vysvětlit pojmy jako dynamika lesa a disturbance. Přiblížit typy disturbancí, jejich sílu a význam dopadu. Podrobněji se zaměřím na nejvýznamnější disturbance v přírozených horských smrčínách střední Evropy, jako jsou větrné smrště a přemnožení lýkožrouta smrkového (*Ips typographus* L.). Zbytek mé práce bude zaměřený především na přírozenou obnovu. Faktory, které ovlivňují její klíčení, odrůstání a mortalitu, prostorové uspořádání obnovy a v neposlední řadě vliv mikrostanovišť. Především význam mrtvého dřeva. V poslední části této práce se podrobněji zaměřím na přírozenou obnovu právě po disturbancích způsobených silným větrem a přemnožením lýkožrouta smrkového.

## 2. Smrk ztepilý

Smrk je velmi rozšířená dřevina na celé severní polokouli, původní je ovšem především ve vyšších polohách Evropy s přesahem do Asie v severních boreálních oblastech, kde se vyskytuje v nižších polohách. Na našem území je zastoupen horský smrk hercynsko-karpatské oblasti, který se vyskytuje téměř ve všech pohořích jak nižších tak vyšších. Hlavními oblastmi rozšíření jsou okrajová příhraniční horstva, naopak ve vnitrozemských horských skupinách je přirozené zastoupení smrku řidší. Smrk se nevyskytuje v teplých úvalech velkých řek. Ovšem díky druhotnému rozšiřování v celé střední Evropě v posledních 200 letech, vytlačil smrk velkou část původních dřevin (DIVÍŠEK et al. 2010).

Je schopný snášet nízké teploty, naopak mnohem citlivější je k teplotám vyšším. Vyžaduje značnou vlhkost vzduchu. Má povrchovou kořenovou soustavu, takže nemá většinou pevné zakotvení, a proto často trpí vývraty. Značné nároky má na rovnoměrnou půdní vlhkost, zato k minerálnímu složení půdy je celkem lhostejný. V průměru dorůstá do 25 metrů a dožívá se 200 – 300 let (ŠIMEK 1993). Co se týče nároků na světlo, není smrk posuzován zcela jednoznačně. Například podle MUSILA (2003) je to polostinná dřevina, jež v mládí dokáže snášet dlouhé zastínění, aniž by ztrácela potencionální růstovou energii, která se projevuje po uvolnění. Jiní autoři ho vzhledem ke skutečnosti, že v mládí přímo vyhledává nadprůměrně osvětlená místa, řadí mezi dřevinu světlomilnou, která je schopna zástin tolerovat (KINDLMANN et al. 2012). Právě díky schopnosti dlouho přežívat v zástinu a intenzivně začít růst až po uvolnění stromového zápoje (KINDLMANN et al. 2012), se může v horských smrčinách v určitých částech vývoje chovat jako dřevina pionýrská. Je také schopný relativně rychle osídlit uvolněný prostor a na rozdíl od jiných dřevin v extrémních podmínkách horských poloh produkovat dostatečný výškový přírůst a tudíž je zastínit (PODRÁZSKÝ 1999).

V porostech kvete asi od 60. roku, většinou v 4 – 5 letých cyklech a na horách v 7 – 8 letých. Produkuje značné množství semen (ŠIMEK 1993).

## 2.1 Horské smrkové lesy

Na našem území se horské smrčiny vyskytují nejvíce v 7. a 8. lesním vegetačním stupni. Společenstva těchto stupňů se nacházejí v Krkonoších, Hrubém Jeseníku, Králickém sněžníku a na Šumavě. Celkově zauímají na našem území přibližně 150 tisíc hektarů. Přičemž téměř polovina se nachází na Šumavě. Vyskytuje se v rozmezí nadmořských výšek (1000) 1200 m – 1300 m, na Šumavě až 1452 m (BLÁHA & KOŠTÁL 2010).

Dominantní dřevinou těchto lesů je smrk ztepilý (*Picea abies* (L.) Karst.), vtroušeně je doprovázen jeřábem ptačím (*Sorbus aucuparia* L.), v nižších polohách se může vyskytovat ještě buk lesní (*Fagus sylvatica* L.) a jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.). Z bylin se zde nachází např. třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa* L.), metlice křivolaká (*Avenella flexuosa* L.) a to především na kyslejších stanovištích. Dále zde rostou tzv. smrkové druhy, mezi které patří např. bika hajní (*Luzula sylvatica* Huds.), lipnice širolistá (*Poa Chaixii* Vill.) nebo podbělice alpská (*Homogyne alpina* L.) (MUSIL 2003).

Horské smrkové lesy jsou typické nepříznivými stanovištními podmínkami (např. podmáčené nebo extrémně kamenité půdy). Díky chladnému podnebí jsou charakteristické pomalým rozkladem organické hmoty a malým množstvím živin v půdě, což má za následek pomalejší růst dřevin. Také se vyznačují relativně mělkým půdním profilem (SVOBODA 2005). To vše ovlivňuje věkovou, tloušťkovou a výškovou strukturu lesa. S klimatickými vlivy dále souvisí také nepravidelná a sporadická obnova smrku, která se vyskytuje především na tlejícím dřevě. Na strukturu těchto lesů má však vliv mnoho faktorů, zásadní je především gradient nadmořské výšky či režim disturbancí. Ve vyšších polohách je zápoj uvolněný až přerušovaný, tudíž je struktura mezernatá a vrstevnatá (MÍCHAL 1983). Smrk má také větší tendence se shlukovat s rostoucí nadmořskou výškou (HOLEKSA 2007). Zatímco v níže položených porostech je tvořen dokonalý horizontální zápoj a struktura je více homogenní (MÍCHAL 1983).

### 3. Dynamika horských smrkových lesů

Dynamiku lesa můžeme popsat jako proces, při kterém dochází ke změnám jeho struktury v čase (OLIVER & LARSON 1996).

Dříve se dynamika lesů popisovala podle sukcesních stádií, přičemž jednotlivá stanoviště měla daná časově uspořádaná stadia (WATT 1947). Vývoj začínal primární sukcesí a končil klimaxem neboli nejstabilnějším a nejvyspělejším stádiem (KORPEL 1989). Narušení se brala jako výjimečná událost, která započala sukcesní proces od začátku, a příliš se jejím studiem nikdo nezabýval. V horských smrčinách střední Evropy se rozsáhlé disturbance také dlouho považovaly za něco nepřírozeného a škodlivého, ale dnes již víme, že to tak zcela není. Naopak přírodní disturbance jsou pro chod ekosystému důležité a jejich intenzita, frekvence a prostorové uspořádání významně ovlivňují druhovou pestrost a strukturu horských smrkových lesů (KULAKOWSKI & BEBI 2004). Poslední studie z těchto oblastí dokazují, že větrné disturbance a následné přemnožení kůrovce se v minulosti v těchto lesích vyskytovaly pravidelně a vždy zásadně formovaly jejich strukturu (ČADA et al. 2013, BRUNA et al. 2013).

Dynamika horských smrkových lesů střední Evropy je tvořena kombinací rozsáhlých disturbancí (silné vichřice, přemnožení kůrovce) a maloplošných narušení, která poškozují jen jednotlivé stromy nebo skupiny stromů (SVOBODA 2008). V boreálních lesích například Skandinávie či Ruska je dynamika založena především na vzniku menších mezer, které vznikají úmrtím pouze skupin nebo jednotlivých stromů (KUULUVAINEN et al. 1998). Z novějších studií zaměřených na střední Evropu je naopak patrné, že dynamiku horských smrkových lesů v těchto oblastech řídí spíše disturbance středního až velkého rozsahu (SVOBODA et al. 2012). Toto tvrzení dokazuje například i výzkum SVOBODY et al. (2012) ze Šumavy a jeho porovnání se zprávami z historických dokumentů, podle kterého časté vichřice značného rozsahu tuto oblast ovlivňují již od 18. století. Z těchto poznatků vyplývá, že i přes platnost určitých obecných zákonitostí o dynamice ekosystému a disturbančních režimů, které můžeme převzít z oblastí lépe prozkoumaných (KULAKOWSKI & BEBI 2004), nelze určité závěry použít pro všechny porosty na větším území (PANAYOTOV et al.

2011). Rozdílnost jednotlivých oblastí z hlediska historie a klimatu hraje značnou roli a neuvědomění si těchto individuálních vlivů a špatné pochopení dynamiky daných oblastí může vést k nevhodným rozhodnutím.

### **3.1 Disturbance**

Disturbance neboli narušení je chápána jako přímá destrukce vytvořené biomasy. V ekologii společenstev jako disturbanci označujeme událost, která odstraní stávající organismy a tím vytvoří prostor pro kolonizaci nových jedinců stejného nebo jiného druhu (FRELICH 2002). Tato narušení ovlivňují všechny stupně organismů od jedinců až po celý ekosystém.

Po celém světě existují různé typy disturbancí. Lesní ekosystémy mohou být narušovány vichřicemi, hmyzími škůdci, požáry, záplavami, lavinami, ale také disturbancemi antropogenními jako je těžba nebo pastva dobytka (WHITE & JENTSCH 2001).

K charakterizaci určitého typu disturbance používáme základní ukazatele, jako jsou frekvence, síla, intenzita narušení a velikost zasažené oblasti (FRELICH 2002). Disturbance o vysoké frekvenci nemají obvykle příliš vysokou sílu. Tyto typy narušení jsou poměrně dobře prozkoumány a máme o nich již značné množství informací, na rozdíl od rozsáhlých disturbancí, které se nevyskytují tak často. Podle těchto ukazatelů můžeme disturbance rozdělit do 3. kategorií (FRELICH 2002).

#### **1. Disturbance malé síly**

Narušení o malé síle se vyskytují nejčastěji. Jsou důležité pro strukturu porostu, neboť vytvářejí jemně mozaikovitý charakter lesa. Často takové disturbance způsobují vichřice, které odstraní jen jednotlivé stromy nebo skupinky stromů. Tím se vytvářejí menší porostní mezery (FRELICH 2002).

## 2. Disturbance střední síly

Dochází při nich ke zničení většiny horního korunového patra nebo podrostu. Zůstávají však neporušené mladé stromky, tudíž je zachované dědictví původního porostu (FRELICH 2002). Takové poškození mohou způsobit silné vichřice nebo přemnožení kůrovce (KULAKOWSKI & BEBI 2004).

## 3. Silná disturbance

Při silné disturbanci zaniká jak podrost, tak hlavní stromové patro porostu. Způsobují je především silné korunové požáry. V přírodních boreálních lesích je to velmi důležitý faktor regulující porostní strukturu (FRELICH 2002).

Oblasti středoevropských horských smrčín nejvíce ohrožují disturbance způsobené větrem, někdy v kombinaci s následným přemnožením lýkožrouta smrkového, méně často se zde pak vyskytují narušení v podobě ohně.

### 3.1.1 Abiotické disturbance

Abiotické disturbance jsou takové, které způsobují neživí činitelé. Mezi nejdůležitější abiotické činitele působící v horských smrkových lesích střední Evropy řadíme vítr.

Vichřice jsou způsobené větry z okolí centra nízkého tlaku vzduchu, které vítr vyplní vzduchem s vyšším tlakem a tím často vzniká silné proudění. Tyto disturbance působí poměrně velké škody, avšak jejich intenzita není taková jako u tornád nebo bouří s rovnou linií (FRELICH 2002). V přirozených horských smrčínách jsou vichřice velmi důležité pro přirozenou obnovu. Uvolňují a prosvětlují stanoviště mladším stromkům a tím podporují regeneraci. Ovšem jednodruhové lesy rostoucí na velkých plochách mají sklony k velkoplošným rozpadům. Vítr má v těchto oblastech značnou rychlost a sílu, právě díky členitosti horského terénu. Vliv vichřic na porost se liší podle intenzity, délky působení větru a také stáří porostu. Porosty tvořené mladšími stromy s především homogenní strukturou jsou méně náchylné k poškozením (KULAKOWSKI & BEBI 2004). Větrné disturbance po sobě zanechávají dostupnou biomasu

poškozených a vyvrácených stromů. Takto velké množství odumřelého dřeva a uvolněných živin napomáhá vzniku lesa, který může mít zcela novou strukturu (VALENTA 2007).

### 3.1.2 Biotické disturbance

Biotické disturbance jsou způsobeny živými organismy. Mezi nejvýznamnější biotické faktory ovlivňující horské smrčiny řadíme disturbance způsobené hmyzem.

Působení hmyzu je možné rozdělit do tří kategorií podle toho, kde na stromě dochází k poškození. První skupinou jsou druhy napadající podkorní lýko. Do této skupiny patří zástupci podčeledi kůrovci (*Scolytidae*). Druhá skupina napadá dřevní hmotu. Většinou působí až sekundárně na napadeném stromě nebo již mrtvém dřevě. Sem řadíme druhy řádu brouci (*Coleoptera*), například čeledě krascovití (*Buprestidae*) a tesaříkovití (*Cerambycidae*) (MÜLLER et al. 2008). Poslední jsou druhy napadající asimilační orgány stromů. Napadení těmito druhy strom většinou neusmrtí. V této kategorii jsou zastoupeny především čeledě bekyňovití (*Lymantriidae*) či obalečovití (*Totricidae*) z řádu motýli (*Lepidoptera*) (FRELICH 2002).

Nejvýznamnějším hmyzím škůdcem je lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.). Ovšem za škůdce ho považujeme zejména v hospodářských lesích. V přirozených horských smrčinách je kůrovec důležitým druhem pro obnovu lesa a udržení biodiverzity (MÜLLER et al. 2008). Působí jako selekční faktor proti oslabeným a přestárlým jedincům a tím napomáhá růstu nové generace smrků (BERRYMAN 1989).

Je to malý brouk o velikosti 4,2 – 5,5 mm. Má lesklé hnědočerné tělo, se žlutými chloupky. Tykadla má paličkovitá. K zadečku se mu svažuje prohlubeň, která slouží jako determinační znak tohoto druhu. Z každé strany je ohraničena zoubky, z nichž třetí je největší. Lýkožrout smrkový tvoří většinou za rok dvě generace v nižších polohách a jednu ve vyšších, ovšem za příhodných podmínek může vytvořit celkově o generaci víc (SKUHRAVÝ 2002). Od konce dubna až

počátku května začíná jarní rojení. Ve vyšších polohách přibližně o měsíc později, vlivem chladnějšího počasí. Letní rojení začíná přibližně od poloviny června až do počátku srpna (NOVÁK et al. 1984). Další případné rojení nastává na přelomu srpna a září, vývoj této generace obvykle bývá v daném roce nedokončený (ZAHRADNÍK & KNÍŽEK 2007).

Lýkožrout smrkový má i mnoho přirozených nepřátel. Některé druhy ho loví jen v případě jeho přemnožení, kdy je dostupnou potravou. Mezi tyto druhy patří například vosy, mravenci a různí střevlíci, ti po odkornění likvidují jeho larvy. Jsou však i druhy, které se na lýkožrouta přímo potravně specializují. Nejznámější je brouk pestrokrovečník mravenčí (*Thanasimus formicarius* L.) nebo třeba drabčák (*Nudobius lentus* Grav.). Dále jsou na něj vázány některé druhy parazitoidů, mezi nejhojnější patří lumčici (*Braconidae*), chalcidky (*Chalcidoidea*) či lumci (*Ichneumonidae*). Také ho loví některé druhy ptáků, např. šplhavci (ZAHRADNÍK & KNÍŽEK 2007).

Tento druh může za určitých podmínek způsobit rozsáhlá narušení (JONÁŠOVÁ & PRACH 2004). Jsou pro něj příznivé vyšší teploty jarních a letních měsíců, také nízké srážky, které negativně ovlivňují vitalitu stromů a tudíž snižují jejich obranyschopnost. Především jsou to však rozsáhlé větrné disturbance, které poškozují a oslabují stromy, což přispívají k jeho přemnožení. Brouci nejprve napadají stromy v polomech. Poté sousedící porostní okraje a porosty v okolí. Mají velmi snadný zdroj potravy, právě díky poškození stromů silným větrem (PANAYOTOV et al. 2003). Častou formou napadení jsou nejprve malá ohniska, která se následně spojují v rozsáhlé napadené plochy (MODLINGER 2009). Po přemnožení napadá i zdravé a nepoškozené stromy (SVOBODA et al. 2008), ovšem jen starší 70 let (KULAKOWSKI & BEBI 2004). Na jeho šíření má však vliv mnoho faktorů, které se navzájem kombinují, proto je jeho další vývoj těžko předvídatelný (SKUHRAVÝ 2002). Dokonce se může stát i to, že ohnisko lýkožrouta smrkového se dále nerozšíří a zanikne samovolně (SCHWENKE 1996).



## 3.2 Přírozená obnova

Přírozená obnova je předpokladem k trvalosti a vyváženosti přírodního společenstva. Probíhá tam, kde jsou pro tento proces vhodné podmínky. Ty vytváří odumření nebo rozpad složek starší generace porostu (KORPEL 1991). Po každém narušení porostu následuje jeho regenerace (MÍCHAL 1983), proto jsou pro obnovu lesa důležité disturbance, po kterých se uvolní zápoj a tím vzniknou vhodné podmínky pro obnovu (MAYER et al. 2004). Velkou roli pro následný vývoj lesa po disturbancích má intenzita a frekvence dopadu nových semen, jejich uchycení a klíčení, ale také početnost a rozmístění zmlazení před narušením (RAMMIG et al. 2006). Právě tito jedinci různých výšek a stáří, kteří se v lese nachází již před narušením, jsou schopni lépe konkurovat vegetaci, která se po rozpadu horního stromového patra rozvíjí velmi rychle (GRASSI et al. 2004). Především světelné poměry, konkurence ostatních rostlin, ale i vnitrodruhová konkurence vedou k vysoké úmrtnosti zejména nejmladších stádií smrku do 4 -5 let (ZATLOUKAL 2000, JONÁŠOVÁ & PRACH 2004). Smrkový porost s hustým zápojem je schopný si udržet životaschopnou banku zmlazení, což vyplývá i z výzkumu (SVOBODA & ZENÁHLÍKOVÁ 2009). Toto zmlazení, které se v porostu nachází před narušením, je klíčové pro vznik nové generace lesa po disturbanci (RAMMIG et al. 2006).

Na uchycení přírozené obnovy a její růst má vliv i struktura mateřského porostu. Na místech, kde má porost přírozené výškové rozdělení, což znamená, že se na ploše vyskytují jedinci různých výšek, tedy dospělí, předrostlíci nové generace, potlačení jedinci, hynoucí i uhynutí (MYNÁŘ 2006), jsou největší počty mladých jedinců. Ovšem také se zde nejvíce projevuje přírozený výběr, jako například vnitrodruhová konkurence nebo nedostatek slunečního svitu. Tyto faktory vedou k velké mortalitě především nejmladší generace stromů do 4-5 let (ZATLOUKAL 2000, JONÁŠOVÁ & PRACH 2004). Růst semenáčků pod poškozeným mateřským porostem je hlavně díky lepším světelným podmínkám dvakrát rychlejší než pod zdravým (DIACI 2002).

### 3.2.1 Faktory ovlivňující klíčení, odrůstání, mortalitu

Mezi často zkoumané ekologické faktory s významným dopadem na výskyt a růst zmlazení v horských smrčínách střední Evropy patří přímé a difúzní světlo, teploty a srážky v průběhu roku, doba sněhové pokrývky, pokrytí vegetace a s tím spojená tloušťka surového nadložního humusu (BAČE et al. 2009). Optimální teplota pro vyklíčení semen smrku se udává mezi 15 – 20°C. Nižší teplota než 15°C může mít inhibiční účinky. Další negativní vliv na klíčení má nedostatečná vlhkost (HANSSEN 2002). Také nedostatek slunečního záření může negativně působit na úspěšný růst a stavbu obnovy (DIACI et al. 2005), neboť dostatečný přísun světla je pro kvalitní odrůstání nutný (BAIER et al. 2007).

Dalším velmi důležitým faktorem, se kterým se musí počítat u přirozené obnovy horských smrčín je všudypřítomnost mrtvého dřeva, které významně ovlivňuje klíčení semenáčků i jejich pozdější růst, který se odvíjí od stupně rozpadu mrtvého dřeva. U smrku se stupeň rozpadu dřeva projevuje přímo úměrně přírůstu hustoty jedinců, čím více je dřevo rozpadlé, tím více smrkové semenáčky odrůstají (TAKAHASHI et al. 2000). Poměrně velký vliv na odrůstání jedinců mají také kořeny, které se mohou napojit na původní kořenový systém (sdílejí stejné mykorhizické houby) stojících jedinců, a tedy jejich vlastní kořeny nemusejí mít takový objem biomasy. Velkou roli hrají i druhy mykorhizních hub a jejich počet (LEPŠOVÁ 2001). Tyto houby smrku zpřístupňují nedostatkové živiny, především půdní fosfor výměnou za cukry. V horských smrčínách, kde jsou především mělké, kyselé a živinově chudé půdy je mykorhiza (soužití kořenů smrku s houbami) zásadním faktorem pro úspěšný vývoj semenáčků (ŠANTRŮČKOVÁ et al. 2010).

Před rozpadem původního porostu lze sledovat přítomnost přirozené obnovy pod mateřským porostem. Přičemž nejlepší se pro růst semenáčků a jejich následné odrůstání jeví místa, kde je již tlející dřevo (minimálně 10 let ležící) nebo je alespoň porostlé mechorosty (ZENÁHLÍKOVÁ et al. 2011). Při růstu jedinců ještě pod mateřským porostem je pozorován velmi pomalý přírůst a je těžké najít zde více jedinců přesahujících 130 cm výšky (SVOBODA et al. 2010). Naopak jedinci do výšky 20 cm tvoří největší část zmlazení. Vyšší jedinci i mladé

semenáčky se nejvíce vyskytují právě na mrtvých tlejících kmenech. Mladí jedinci jsou schopni snášet silný zástin mateřského porostu jen po určitou dobu. Tudíž pokud nedojde k nějakému prosvětlení horního stromového patra, tak odumírají a uvolňují tím místo pro nově vyklíčené semenáčky. Proto je tedy mortalita jedinců do 20 cm výšky velmi vysoká (SVOBODA & ZENÁHLÍKOVÁ 2009).

Velkou roli hrají také mikrostanoviště, například podle výzkumu ZENÁHLÍKOVÉ (2011) může na hrabance dojít i k více než 50% mortalitě u jednoletých semenáčků, což je způsobeno hlavně konkurenčním bojem. Znatelný podíl na mortalitě jedinců má i zvěř, ovšem většinou jen u již odrostlejších jedinců. Důležité je poznamenat, že predanční tlak na smrk je téměř zanedbatelný v porovnání s listnáči, jako je například jeřáb ptačí, který se v horských smrčínách přirozeně vyskytuje.

Po odumření mateřského porostu se mortalita nejmladších jedinců ještě zvýší, protože dochází ke změně světelných podmínek a rychlejšímu růstu vysoké bylinné vegetace (FISCHER et al. 2002). Světlo má však také vliv na rychlost odrůstání smrkového zmlazení, kdy se postupně selektují vyšší jedinci, u kterých mortalita naopak postupně klesá (ZENÁHLÍKOVÁ et al. 2011).

### **3.2.2 Prostorové uspořádání**

V horských smrčínách bývá obnova smrku řidší a méně pravidelná, to je způsobeno drsnějšími klimatickými podmínkami. S rostoucí nadmořskou výškou se snižuje klíčivost semen nebo může jen klesat jejich energie klíčení (MÍCHAL 1983). Také se snižuje intenzita a frekvence semenných roků. Zmlazení zde roste pomaleji, jeho struktura se stává více hloučkovitou a je fixovaná na specifická mikrostanoviště (VACEK 1990).

Středoevropské horské smrčiny disponují vhodnými podmínkami pro klíčení a růst nových jedinců. Bylo zde také zjištěno, že velký vliv na odrůstání nových jedinců má struktura horního stromového patra a jeho zápoj. Závislost smrku na světle a teple jako limitujícím faktoru pro jeho růst, se projevuje dorostem do výšky 30 cm, kde může docházet téměř ke stagnaci růstu, jelikož si stromy již

vytvořily výhodu před přízemní vegetací. Smrk si též zajišťuje přežívání v zástinu horního patra tím, že pod povrchem půdy vytváří a odděluje nové kmínky, které mohou dále přežít, i když vzrostlý semenáč odumře. Tato blokace dorůstání má za následek, že po disturbancích většího rozsahu může porost růst nepravidelně v závislosti na chybějících vhodných mikrostanovištích a vznikne tedy různověký porost (BAČE et al. 2009). Také bylo dokázáno, že růst zmlazení nebo i uchycení semenáčků se zvyšuje při vzniku porostních mezer. Velikost těchto mezer určuje množství přímého záření dopadajícího na zem. Relativní velikost mezer s ohledem na dopadající světlo se může vyjádřit jako podíl průměru mezery a výšky hlavního stromového patra. Mezní hodnota této velikosti se udává 0,75. V mezerách nad touto relativní velikostí v létě již dopadá přímé sluneční záření. S rostoucí relativní velikostí porostní mezery, roste do určité míry i počet semenáčků smrku, ovšem hustota semenáčků v tomto rozmezí naopak mírně klesá. Smrku se více daří spíše v menších porostních mezerách (QINGHONQ & HYTTTEBORN 1991). Přesto především v mládí vyhledává místa nadprůměrně osvětlená. I přesto je smrk schopen se obnovovat v celém porostu (KUULUVAINEN et al. 1998), což souvisí především s jeho relativní světlomilností a zároveň schopností dlouhodobě přežít v zástinu (KINDLMANN et al. 2012).

Na prostorové uspořádání, jak již bylo naznačeno, mají také velký vliv různá mikrostanoviště, díky kterým se zmlazení velmi často vyskytuje v hloučkách. Nejvýznamnější z těchto mikrostanovišť je mrtvé dřevo. Ovšem názory na vhodnost jednotlivých mikrostanovišť se často liší. Podrobněji se touto problematikou budu zabývat v dalších kapitolách.

### **3.2.3 Mikrostanoviště**

Vliv mikrostanoviště (korunový zápoj mateřského porostu, okolní vegetace či růstový substrát) je velmi diskutovaný problém, kterým se zabývá mnoho autorů (ŠERÁ et al. 2000, ZATLOUKAL 2000, JONÁŠOVÁ 2001, JONÁŠOVÁ & PRACH 2004). Výsledky jsou mnohdy rozporuplné. Někteří autoři uvádějí jako vhodný substrát pro klíčení semenáčků opad (ŠERÁ et al. 2000). Jiní jako třeba JONÁŠOVÁ & PRACH (2004) naopak uvádějí, že na tomto mikrostanovišti semenáčky více odumírají. Také na borůvčí existují různé názory, ŠERÁ et al.

(2000) například uvádí, že na tomto mikrostanovišti dochází k vyšším úhynům semenáčků a také k nižšímu procentu klíčivosti. Naopak ovšem bývá zmiňován i jeho pozitivní vliv v zimním období před vymrzáním (RUMPF & PAMPE 2003). Tyto rozpory mohou vznikat úzce zaměřeným výzkumem, například z hlediska délky vegetační doby jsou výhodnější místa vyvýšená, kde rychleji odtaje sněhová pokrývka, ale z hlediska dostupnosti vody a teplotních výkyvů jsou lepší terénní deprese. Podobné je to s buření, která má kladný vliv na mikroklimatické podmínky, ale když je příliš hustá, roste zástin, který je pro přežití semenáčků často limitujícím faktorem (ŠTÍCHA 2010).

Jednoznačné je, že na přítomnost zmlazení má kladný vliv mrtvé dřevo a naopak nevhodné jsou holé plochy a stanoviště pokrytá hustě kapradinami, travou či ostružníky (KUPFERSCHMID & BUGMANN 2005).

### **3.2.3.1 Mrtvé dřevo**

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

Mrtvé dřevo je jedním z hlavních substrátů pro obnovu lesa. V podmínkách horského smrkového lesa jsou to především ležící kmeny, pahýly, vyvýšené paty stromů a vyvrácené kořenové talíře. Tlející dřevo poskytuje semenáčkům smrku převážně ochranu před konkurencí bylinné vegetace, živiny, ale také příznivější teplotní podmínky, protože zde rychleji odtává sníh (KUPFERSCHMID & BUGMANN 2005, JONÁŠOVÁ 2013). Další nespornou výhodou je lepší spojení s mykorhizními houbami (LEPŠOVÁ 2001), ochrana před účinky proudící vody (VACEK 1982), ochrana semenáčků před patogeny nacházejícími se v půdě nebo i ochrana před poškozením spárkatou zvěří v případě úseků s četnějšími větvemi (LONSDALE et al. 2008). Se stoupající nadmořskou výškou se podíl zmlazení rostoucího na tlejícím dřevě zvyšuje (JONÁŠOVÁ 2001). Horské smrkové porosty jsou prosvětlenější než lesy v polohách nižších, značnou část povrchu tu pokrývá travní vegetace. Konkurence bylinné vegetace a mechorostů na povrchu

půdy je jedním z hlavních důvodů, proč smrkové zmlazení preferuje právě mrtvé dřevo (HARMON & FRANKLIN 1989). Ve výzkumu BAČE et al. (2009) horské smrčiny v oblasti Trojmezí na Šumavě bylo dokonce zjištěno, že více než polovina smrkového zmlazení se vyskytovala právě na mrtvém dřevě. Zmlazení se na spadlých kmenech uchycuje relativně brzo, zhruba 10 let od odumření stromu, často dříve, než kmen obsadí mechorosty. Počty jedinců uchycených na ležícím kmenu se s jeho rozkladem zvyšují, ovšem u nejpokročilejších stádií rozkladu, se vlivem vnitrodruhové konkurence a konkurence ostatní bylinné vegetace opět snižují (ZIELONKA 2006). Stále zde však dochází k uchycování nových jedinců ve větší míře, než na povrchu půdy (ZIELONKA & PIATEK 2004).

Také byl prokázán rozdíl v početnosti zmlazení na ležících kmenech a na pahýlech. BAČE et al. (2009) ve svém výzkumu uvádí, že smrkové zmlazení se ve větších počtech vyskytovalo spíše na pahýlech. Tuto skutečnost lze nejspíše vysvětlit tím, že většina pahýlů dosahuje vyšší úrovně nad terénem, než pozice ležících kmenů. Ty se mohou často nacházet například pod úrovní kaprad'orostů. Další výhodou pahýlů je fakt, že jsou ve větším kontaktu s půdou a tudíž dochází k intenzivnější výměně látek a mikroorganismů (ZHOU et al. 2007). Také v případě, že strom odumřel z důvodu infekce dřevokazných hub, je vzniklý pahýl proti ležícímu kmenu, který z něho pochází, vhodnější k uchycení a růstu zmlazení, díky od počátku pokročilejšímu rozpadu dřeva. Dalším možným vysvětlením je snadnější zachycení a udržení semen v depresích pahýlu, oproti zakulacenému povrchu ležících klád (BAČE et al. 2009).

VACEK (1982) také potvrzuje zjištěnou výhodnost paty živých stromů a souší. Opět uvádí výhodnost vyvýšenosti tohoto stanoviště nad okolním terénem. V blízkosti kmenů dříve odtává sníh, to má za následek zvětšení délky vegetační doby, která je v těchto podmínkách limitující. Zmlazení smrku u paty živého stromu přežívá pravděpodobně pouze do určitého věku a pak odumírá. Ovšem v případě odumření stromu, využije zmlazení náskok před konkurencí vysokých bylin, které se zde nevyskytují, a začne rychleji odrůstat.



*Obr. č. 1: Přirozená obnova na tlejícím kmeni, autor: Josef Brůna, 2010*

Mrtvé dřevo je velmi významné nejenom pro obnovu smrku, ale také celkově pro udržení biodiverzity, protože poskytuje zdroje pro různé druhy organismů (LONSDALE et al. 2008). Je celá řada živočišných druhů, kteří jsou s tlejícím dřevem spojeni, ať už na něm přímo žijí nebo ne. Některé druhy se například rozkládajícím dřevem nebo mycelií dřevokazných hub živí. Tyto druhy začne ovšem zajímat až po překonání prvního stádia rozpadu, kdy ležící kmeny obsadí společenstva hub a začnou vytvářet svá mycelia (JONSON et al. 2005). Na rozkladu dřeva se především podílí dřevokazné houby a saproxylický hmyz, ale i další velké množství živočišných a rostlinných druhů (LONSDALE et al. 2008). Dřevokazné houby jsou pro lesní ekosystémy nezbytnou součástí, mají příznivý vliv na fyzikální a chemické vlastnosti dřeva. Jak již bylo zmíněno, přispívají k rozkladu dřevní hmoty a to jak u ležících kmenů, tak u pahýlů stromů mrtvých (ZADRAŽIL 1997). Díky dřevokazným houbám mohou rozkládající se dřevní

hmotu využít i další organismy, které napomáhají koloběhu živin v ekosystému (KUČERA et al. 2008).

Dřevokazné houby dělíme podle způsobu, jakým dřevní hmotu rozkládají na dvě větší skupiny. Rozeznáváme houby lignivorní (bílého tlení) a celulózovorní (hnědého tlení) (ČERNÝ 1989). Celulózovorní houby rozkládají pouze celulózu (polysacharidickou část dřeva). Celulóza je jednou z hlavních složek buněčné stěny. Těmito houbami napadené dřevo je křehké, lámavé (HAKALA et al. 2004). Houby lignivorní rozkládají lignin, hemicelulózu i celulózu. Po napadení těchto hub se dřevo stává měkkým a drobitvým (NICOLOTTI & VARESE 1996). Není zcela jednoznačné, jaký význam má pro odrůstání smrkového zmlazení typ hniloby. Jsou však některé studie, které se touto problematikou zabývaly. Například VACEK (1982) uvádí jako příznivější klády rozkládané houbami hnědého tlení, kdy k osídlení klád dochází přibližně po 20 letech jejich rozkladu. Naopak BAČE et al. (2012) uvádí ve své studii, že vliv na početnost zmlazení je u hub hnědého tlení spíše negativní a to především u druhu *Fomitopsis pinicola* (Sw.) P. Karst. Na ležících kládách rozkládaných druhu *Phellinus nigrolimitatus* (romell.) či *Armillaria spp.*, tudíž houbami bílého tlení, zaznamenal naopak vliv pozitivní. To bychom mohli vysvětlit tím, že kmeny rozkládané houbami bílého tlení mají lepší mechanickou stabilitu, tudíž nedochází k rozpadu kmenů ani v pokročilém stádiu jejich rozkladu. Na rozdíl od kmenů rozkládaných houbami hnědého tlení (HARMON et al. 1986).

### 3.2.3.2 Mechorosty

Z vegetace je prokázán pozitivní vliv především u mechů. Prakticky již v začátcích samotného rozkladu osazují rozpadající se kmen mechorosty spolu s lišejníky (ZIELONKA & PIATEK 2004). Postupně vzniká vrstva mechů, která na ležících kmenech vytváří organickou vrstvu, ta zvyšuje přísun živin, vlhkost a tudíž vhodnost stanoviště pro uchycení a klíčení semen (HARMON et al. 1986). HARMON & FRANKLIN (1989) ve svých závěrech upozorňují na lepší schopnost odrůstání smrkového zmlazení v mechu oproti jiným dřevinám a bylinným druhům. Jsou však druhy, které rostou na sušších stanovištích jako například Travník Schreberův (*Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt.) nebo



(*dicranium spp.*) a v porostech těchto mechů se vyskytuje pouze málo semenáčků. Vhodnějšími druhy na odrůstání semenáčků jsou Ploník obecný (*Polytrichum commune* Hedw.) a mechy rodu rašliník (*sphagnum spp.* L.) (HANSSEN 2003). Ovšem v případě, že mechy dorůstají příliš velkých výšek, mohou nejmenším semenáčkům naopak konkurovat (IIJIMA et al. 2007). Pokud se tak stane, jako například v případě druhu *Sphagnum spp.*, který je znám tím, že malé semenáčky může přerůst a tím dochází k jejich udušení, může být jejich přežívání v dlouhodobém horizontu nízké (HANSSEN 2003). Je však důležité zmínit, že absence mechů na tlejících kmenech může velmi snížit možnost uchycení semen (HARMON et al. 1986).

### 3.2.3.3 Hrabanka

Hrabanka je obecně považována spíše za chudé stanoviště, zvláště v případě, že je ve větších vrstvách. Její vhodnost pro přirozenou obnovu ovšem závisí na dalších jejích vlastnostech. Silnější vrstva hrabanky znemožňuje rychlejší pronikání kořínků semenáčků do minerální půdy, ve které je stabilnější režim vlhkosti (HANSSEN 2003). Rychleji se z ní odpařuje voda, je v ní riziko vysokých teplot a také možný vliv alelopatie díky rozkladu jehličí, to vše může dělat z hrabanky chudé stanoviště (PELLISIER 1993). Má však i jisté výhody, jako je malá konkurence ostatních druhů vegetace či vyšší obsah živin v důsledku rozkladu organických látek. Většinou se ovšem vyskytuje jen na malých ploškách, proto mohou být semenáčky, které v ní rostou, zastíněny v blízkosti rostoucí okolní vegetací (HANSSEN 2003). Přesto uvádí hrabanku mnoho autorů jako jedno z nejpříznivějších mikrostanovišť pro odrůstání smrkového zmlazení (HANSSEN 2003, JONÁŠOVÁ & PRACH 2004, BAIER et al. 2007).

### 3.2.3.4 Trávy

Druhy trav nejsou vhodné pro uchycení ani růst přirozené obnovy smrku (HANSSEN 2003, JONÁŠOVÁ & PRACH 2004). V našich podmínkách jsou nejčastějšími druhy Třtina chloupkatá (*Calamagrostis villosa*) a Metlička křivolaká (*Avenella flexuosa*) (JONÁŠOVÁ & PRACH 2004). Husté koberce, které trávy vytvářejí, zabraňují jak klíčení, tak odrůstání smrkových semenáčků. Především díky

konkurenci o světlo, živiny a vláhu. Kořínky semenáčků jen velmi těžko pronikají přes silnou vrstvu kořenů trav, tudíž se hůře dostávají k živinám a vodě (HANSSEN 2003). Oblasti s dominancí vysokých trav vznikají převážně na rozsáhlých plochách zasažených vichřicí, kde redukuje možnosti klíčení a úspěšný růst smrkových semenáčků (WOHLGEMUTH et al. 2002).

### **3.2.3.5 Borůvčí**

Brusnice borůvka (*Vaccinium myrtillus*) je jedním z charakteristických druhů na kyselých půdách v jehličnatých lesích (BAIER et al. 2007). Hustý pokryv borůvky brání klíčení i odrůstání smrkových semenáčků, tudíž borůvku někteří autoři považují za konkurenta smrkové obnovy (ŠERÁ et al. 2000). Ke konkurenci opět dochází i pod zemí jako v případě travin, ovšem zde je spíše problém negativní vliv alelopatie (PELLISIER 1993). Nevhodnost tohoto mikrostanoviště potvrzuje i JONÁŠOVÁ & PRACH (2004). Ovšem i v případě borůvky jsou autoři, kteří ji považují za vhodné mikrostanoviště, například KATHKE & BRUELHEIDE (2010), BAIER et al. (2007).

### **3.2.4 Přírozená obnova po větrné disturbanci**

Jak již bylo řečeno, větrné disturbance jsou jedním z nejčastějších narušení v přírozených smrčínách horských poloh a zásadně ovlivňují dynamiku a strukturu těchto porostů (KULAKOWSKI & BEBI 2004). Díky vysoké rychlosti proudění vzduchu v členitém terénu jsou horské smrčiny náchylnější k velkoplošnému rozpadu (VALENTA 2007). Přesto obvykle nezpůsobí tak rozsáhlá narušení jako žír kůrovce, protože většina vichřic neodstraní kompletní porostní klenbu, ale většinou vytváří porostní mezery různých velikostí (GROMSTEV 2002).

U těchto disturbancí dochází k narušení půdy vlivem vývrátů stromů. V přírozených lesích, kde se neprovádějí žádné zásahy, zůstávají na zemi ležet odumřelé kmeny, tudíž dochází k rychlejšímu rozkladu dřevní hmoty, než je tomu u stojících souší. Což má za následek rychlejší uchycení a lepší odrůstání

semenáčků na mrtvém dřevě, které je pro obnovu velmi důležité (KUULUVAINEN & KALMARI 2003).

Jestliže je v lese dostatek semen a semenáčků v podrostu, udrží se na ploše původní dřeviny a nedochází k druhové změně. Tato událost je ideální pro smrk, který po uvolnění horního stromového patra začne rychleji odrůstat (KORPEL 1989). Také vzniklý reliéf s prohlubněmi a vyvýšeninami je pro přirozenou obnovu smrku vhodný (SIMON et al. 2011). V případě že porost nemá dostatečné množství zmlazení, dochází na těchto prosvětlených plochách k osídlení pionýrskými dřevinami. V podmínkách horských smrčín to často bývá jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.) nebo některé druhy bříz. Pro vyklíčení pionýrských dřevin je narušený půdní povrch po vývratech s obnaženou minerální půdou ideální (ŠANTRŮČKOVÁ et al. 2010). Narušení půdního povrchu vede také ke snížení pokryvu vegetace, která by obnově konkurovala. Avšak brzo po větrných disturbancích dochází k dominanci vysokých bylin a trav, které přirozenou obnovu opět redukují (WOHLGEMUTH et al. 2002).

V případě větrného narušení s větším množstvím vývrátů je důležité i stáří porostu, které do jisté míry určuje stupeň rozvinutí obnovy po narušení. Obnova je také ovlivněna rozlohou postižené plochy a druhovou skladbou, která se zde nebo v okolí nachází. Rychlost přirozené regenerace porostu po větrných disturbancích je také závislá na tom, jestli na postižených plochách zůstává odumřelá dřevní hmota nebo je odstraněna (JONÁŠOVÁ 2001). Jestliže se na zasažené ploše nachází jedinci vyšší než 20 cm, můžeme předpokládat, že porost bude schopný, se postupně navrátit do původního stavu (GUBKA 2006).

### **3.2.5 Přirozená obnova po disturbanci způsobené lýkožroutem smrkovým**

Po napadení porostu lýkožroutem smrkovým není rozpad horního stromového patra tak náhlý jako u větrných disturbancí. Na postižené ploše zůstávají stát souše, které stále z části cloní půdní povrch. Tyto souše zůstávají stát na zasažených plochách i desítky let (HOLEKSA 1998). Vytvářejí tudíž polostín, který je pro smrkové zmlazení velmi vhodný (KINDLMANN et al. 2012). Naopak

zde nenastává tak rychlý vývoj trav a jiných vysokých bylinných druhů, které zmlazení konkurují. Ovšem po určité době stejně dochází k prosvětlení a tudíž i k nárůstu trav a bylinné vegetace, které na určitou dobu na těchto plochách budou dominovat, je to však jen dočasný stav, protože zmlazení, které také využívá světla k rychlejšímu růstu, začne opět po čase převládat (FISCHER et al. 2002). Také se na takto narušených plochách tolik neuchycují pionýrské dřeviny, protože povrch zde zůstává nenarušený. Tudíž jestliže se v původním porostu vyskytovalo zmlazení, je pro něj tato situace ideální k vývoji, protože dochází k postupnému prosvětlení a vytvoření prostoru pro novou generaci stromů (JONÁŠOVÁ & PRACH 2004).



*Obr. č. 2: Porost po napadení lýkožrouta smrkového, Trojmezná, vlastní foto, 2013*

Disturbance způsobené Lýkožroutem smrkovým jsou již mnoho let typickým nástrojem pro přirozenou obnovu horských smrkových lesů ve střední Evropě (JONÁŠOVÁ & PRACH 2004).

## 4. Závěr

V dynamice horských smrčín hrají velmi důležitou roli přirozené disturbance. Jsou pro tyto lesy nástrojem k jejich obnově. Zásadně ovlivňují strukturu lesů a napomáhají při udržení biodiverzity. Ve středoevropských podmínkách to jsou především větrné disturbance a přemnožení lýkožrouta smrkového, přičemž spolu tyto dva typy narušení velmi často souvisí. Z mnohých studií z těchto oblastí vyplývá, že smrk je schopný se po narušeních velmi dobře obnovovat. Je však pro něj důležité například ponechání mrtvého dřeva na narušených plochách. To má pro smrkové semenáčky zásadní význam, ať už z hlediska živin, vláhy či vyvýšenosti tohoto stanoviště. Především jsou pak pro obnovu vhodné pahýly, na kterých mají semenáčky výhodu před okolní vegetací. Ponechaná mrtvá dřevní hmota je samozřejmě důležitá i pro celou řadu jiných organismů ať už jako potrava či úkryt. Dalšími vhodnými mikrostanovišti pro odrůstání obnovy jsou mechorosty či hrabanka, naopak mezi nevhodné jsou často řazeny trávy, vysoké byliny a podle některých autorů také borůvčí. Úspěšnost obnovy závisí i na druhu disturbance. Zatímco po větrných disturbancích se vytváří více vhodných mikrostanovišť, na které je smrkové zmlazení vázáno, po žiru lýkožrouta smrkového zůstávají na ploše stát souše, které tvoří polostín, a tudíž nedochází k tak rychlému růstu vysoké bylinné vegetace a trav, které brání semenáčkům v klíčení a růstu. Dále obnovu do značné míry ovlivňuje nadmořská výška. Ve vyšších polohách se snižuje intenzita a frekvence semenných roků a semenáčky také pomaleji klíčí. Mají hloučkovitou strukturu díky vázanosti na vhodná mikrostanoviště či porostní mezery. To má za následek členitější strukturu, která vede k vyšší stabilitě porostu.

Jak je patrné z této práce, na přirozenou obnovu má vliv mnoho faktorů, někdy proces obnovy trvá déle, ale závěr je vždy stejný. Přirozené horské smrčiny jsou schopné se po disturbancích samy kvalitně obnovit.

## 5. 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 (1): 67 – 84.
- BAIER, R., MEYER, J., GOTTLIN, A.,** 2007: Regeneration nichž of Norway spruce (*Picea abies* L.) saplings in small canopy gaps in mixed mountain forests of the Bavarian Limestone Alps. *European Journal of Forest Research*, 126: 11 – 22.
- BERRYMAN, A. A.,** 1986: *Forest Insects – Principles and Practice of Population Management*. Plenum Press, New York, 279 s.
- BLÁHA, J. & KOŠTÁL, L.,** 2010: Horské smrčiny – vodní prameny i střecha naší země. Dostupné z: <http://www.hnutiduha.cz/>
- BRŮNA, J., WILD, J., SVOBODA, M., HEURICH, M., MÜLLEROVÁ, J.,** 2013: Impacts and underlying factors of landscape-scale, historical disturbance of mountain forest identified using archival documents. *Forest Ecology and Management*, 305: 294 – 306.
- ČERNÝ, A.,** 1989: *Parazitické dřevokazné houby*. SZN, Praha, 104.
- DIACI, J.,** 2002: Regeneration dynamics in a Norway spruce plantation on a silver fir-beech forest site in the Slovenian Alps. *Forest Ecology and Management*, 161: 27 – 38.
- DIACI, J., PISEK, R., BONCINA, A.,** 2005: Regeneration in experimental gaps of subalpine *Picea abies* forest in the Slovenian Alps. *European Journal of Forest Research*, 124: 29 – 36.
- DIVÍŠEK, J., CULEK, M., JIROUŠEK, M.,** 2010: Smrk ztepilý (*Picea abies* L., Karst.). Dostupné z: <http://is.muni.cz/>
- FANTA, J.,** 2008: Práce s lesem v národních parcích po orkánu Kyrill, *Ochrana přírody*, 1: 63
- FISCHER, A., LINDNER, M., ABS, C., LASCH, P.,** 2002: Vegetation dynamics in the central European forest ecosystems (nera-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 forest*. 1. Vydání, New York: Cambridge University Press, 278 s.

- GRASSI, G., MINOTTA, G., TONON, G., BAGNARESI, U.,** 2004: Dynamics of Norway spruce and silver fir natural regeneration in a mixed stand under uneven-aged management. *Canadian Journal of Forest Research*, 34 (1): 141 – 149.
- GROMSTEV, 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.
- HAKALA, T. K., MAIJALA, P., KONN, J., HATAKKA, A.,** 2004: Evaluation of novel woodrotting polypores and corticioid fungi for the decay and biopulping of Norway spruce (*Picea abies*) wood. *Enzyme and Microbial Technology*, 34: 255 – 263.
- HANSSEN, K. H.,** 2002: Effects of seedbed substrates on regeneration of *Picea abies* from seeds. *Scandinavia Journal of Forest Research*, 17 (6): 511 – 521.
- HANSSEN, K. H.,** 2003: Natural regeneration of *Picea abies* on small clear-cuts in SE Norway. *Forest Ecology and Management*, 180 (1-3): 199 – 213.
- HARMON, M. E. & FRANKLIN, J. F.,** 1989: Tree seedlings on logs in Picea-Tsuga forests of Oregon and Washington. *Ecology*, 70: 48 – 59.
- HARMON, M. E., FRANKLIN, J. F., SWANSON, F. J., SOLLINS, P., GREGORY, S. V., LATTIN, J. D., ANDERSON, N H., CLINE, S. P., AUMAN, N. G., SEDELL, J. R., LIENKAEMPER, G. W., CROMACK, K., CUMMINS, K. W.,** 1986: Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *Advances in Ecological Research*, 15: 133 – 302.
- HOLEKSA, J.,** 1998: Breakdown of tree stand and spruce regeneration versus structure and dynamics of a Carpathian subalpine spruce forest. *Monographiae Botanicae*, 82: 1 – 211.
- IJIMA, H., SHIBUYA, M., SAITO, H.,** 2007: The water relation of seedlings of *Picea jezoensis* on Allen logs. *Canadian Journal of Forest Research*, 36: 664 – 670.
- JANDA, P., BAČE, R., SVOBODA, M.,** 2007: Význam mikrostanovišť pro obnovu v horském smrkovém lese na Trojmezí. ČZU, Praha.

- JONÁŠOVÁ, M.**, 2001: Regenerace horských smrčín na Šumavě po velkoplošném napadení lýkožroutem smrkovým. Aktuality Šumavského výzkumu. Vimperk: 161-164.
- JONÁŠOVÁ, M.**, 2013: Přírodní disturbance – klíčový faktor obnovy horských smrkových lesů. Živa, 5: 216 – 219.
- JONÁŠOVÁ, M., & PRACH, K.**, 2004: Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a barkbeetle outbreak, Ecological Engineering, 23 (1): 15 – 24.
- JONSON, B. G., KRUYSS, N., RANIUS, T.**, 2005: Ecology of species living on dead wood-Lessons for dead wood management. Silva Fenica, 39: 289 – 309.
- KATHKE, S. & BRUELHEIDE, H.**, 2010: Interaction of gap age and microsite type for the regeneration of *Picea abies*. Forest Ecology and Management, 259 (8): 1597 – 1605.
- KINDLMANN, P., MATĚJKA, K., DOLEŽAL, P.**, 2012: Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody. Karolinum, Praha, 322 s.
- KORPEL, Š.**, 1989: Pralesy Slovenska. 1. Vydání, Veda, Bratislava, vydavateľstvo Slovenskej akadémie vied, 328 s.
- KORPEL, Š.**, 1991: Pestovanie lesa [Silviculture]. Príroda, Bratislava, 465 s.
- KUČERA, V., LIZOŇ, P., KAUTMANOVÁ, I.**, 2008: Geoglossaceous fungi in Slovakia: rare and new taxa for the territory. Biologia, 64 (4): 482 – 486.
- KULAKOWSKI, D. & BEBI, P.**, 2004: Range of variability of unmanaged subalpine forest. Forum Für Wissen, 47 – 54.
- KUPFERSCHMID, A. D. & BUGMANN, H.**, 2005: Effect of microsites, logs and ungulate browsing on *Picea abies* regeneration in a mountain forest. Forest Ecology and Management, 205: 251 – 265.
- KUULUVAINEN, T., SYRJÄNEN, K., KALLIOLA, R.**, 1998: Structure of pristine *Picea abies* forest in northeastern Europe. Journal of Vegetation Science, 9: 563 – 574.
- KUULUVAINEN, T. & KALMARI, R.**, 2003: Regeneration microsites of *Picea abies* seedlings in a windthrow area of a boreal old-growth forest in southern Finland. Annales Botanici Fennici, 40: 401 – 413.
- LEPŠOVÁ, A.**, 2001: Ectomycorrhizal system of naturally established Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst) seedlings from different microhabitats-forest floor and coarse woody debris, Silva Gabreta: 7: 223 – 234.



- LONSDALE, D., PAUTASSO, M., HOLDENRIEDER, O.,** 2008: Wood-decaying fungi in the forest: conservation Leeds and management options. *European Journal of Forest Research*, 127: 1 – 22.
- MAYER, P., ABS, C, FISCHER, A.,** 2004: Colonisation by vascular plants after soil disturbance in the Bavarian Forest-key factors and relevance for forest dynamics. *Forest Ecology and Management*, 188: 279 – 289.
- MÍČHAL, I.,** 1983: Dynamika přírodního lesa II. *Živa*: 2
- MUSIL, I.,** 2003: Dendrologie I., ČZU, LF, Praha: 177s
- 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.
- 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)
- NICOLOTTI, G. & VARESE, G. C.,** 1996: Screening of antagonistic fungi against air-borne infection by *Heterobasidion annosum* on Norway spruce. *Forest Ecology and Management*, 88 (3): 249 – 257.
- PANAYOTOV, M., KULAKOWSKI, D., LARANJEIRO DOS SANTOS, L., BEBI, P.,** 2011: Wind disturbance shape old Norway spruce-dominated forest in Bulgaria. *Forest Ecology and Management*: 262 (3): 470 – 481.
- PELLISIER, F.,** 1993: Allelopathic inhibition of spruce germination. *Acta Oecol*, 14: 211 – 218.
- PODRÁZSKÝ, V.,** 1999: Ekologie lesa: Dynamika a management lesních ekosystémů I. ČZU, Praha: 86 s.
- PODRÁZSKÝ, V.,** 1999: Obnova horských lesů v NP Šumava. *Lesnická práce*, 78 (3).
- QINGHONG, L. & HYTTEBORN, H.,** 1991: Gap structure, disturbance and regeneration in a primeval *Picea abies* forest. *Journal of Vegetation Science*, 2.3: 391 – 402.
- 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.
- RUMPF, S. & PAMPE, A.,** 2003: Investigations of the initial phase of natural regeneration of spruce. *Forst und Holz*, 58 (13 – 14): 384 – 389.

- SCHWENKE, W.**, 1996: Grundzüge des Massenwechsels und der Bekämpfung des Großen Fichtenborkenkäfers, *Ips typographus* (L.) (Col., Scolytidae). Anzeiger für Schädlingskunde Pflanzenschutz Umweltschutz, 69: 11 – 15.
- SIMON, A., GRATZER, G., SIEGHARDT, M.**, 2011: The influence of windthrow microsites on tree regeneration and establishment in an old growth mountain forest. *Forest Ecology and Management*, 262: 1289 – 1297.
- SKUHRAVÝ, V.**, 2002: Lýkožrout smrkový (*Ips typographus* L.) a jeho kalamity. Agrospoj, Praha: 196 s.
- SVOBODA, M.**, 2005: Struktura horského smrkového lesa v oblasti Trojmezne 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, M., JANDA, P., NAGEL, T. A., FRAVER, S., REJZEK, J., BAČE, R.**, 2012: Disturbance history of an old-growth, subalpine *Picea abies* stand in the Bohemian forest, Czech Republic. *Journal of Vegetation Science*, 23: 86 – 97.
- SVOBODA, M. & ZENÁHLÍKOVÁ, J.**, 2009: Historický vývoj a současný stav lesních porostů v druhé zóně NP Šumava kolem „Kalamitní svážnice“ v oblasti Trojmezne. *Příroda*, 28: 71 – 122.
- ŠANTRŮČKOVÁ, H., VRBA, J., KŘENOVÁ, Z., SVOBODA, M., BENČOKOVÁ, A., EDWARDS, M., FUCHS, R., HAIS, M., HRUŠKA, J., KOPÁČEK, J., MATĚJKA, K., RUSEK, J.**, 2010: Co vyprávějí šumavské smrčiny. Průvodce lesními ekosystémy Šumavy. Správa NP a CHKO Šumava, PřF Jihočeské univerzity & Česká společnost pro ekologii, Vimperk: 153 s.
- ŠERÁ, B., FALTA, V., CUDLÍN, P., CHMELÍKOVÁ, E.**, 2000: Contribution to knowledge of natural growth and development of mountain Norway spruce seedlings. *Ekológia*, 19: 420 – 434.
- ŠIMEK, J.**, 1993: Přirozená obnova smrku. Ministerstvo zemědělství, Tábor: 55 s.
- ŠTÍCHA, V.**, 2010: Vliv mikrostanoviště na přirozenou obnovu a svrchní humusové horizonty v NP Šumava. Disertační práce, ČZU, FLD, Praha: 91 s.

- TAKAHASHI, M., SAKAI, Y., OOTOMO, R., SHIOZAKI, M., 2000:** Establishment of tree seedlings and watersoluble 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 (2): 5 – 11.
- VACEK, S., 1990:** Analýza autochtonních smrkových populací na Strmé stráni v Krkonoších. *Opera corcontica*: 59 – 103.
- VACEK, S., SIMON, J., REMEŠ, J., 2007:** Obhospodařování bohatě strukturovaných a přírodě blízkých lesů. *Lesnická práce*, Praha
- VALENTA, M., 2007:** Orkán Kyrill – „katastrofa“ století? *Šumava*, 12 (1): 9 – 10.
- WATT, A. S., 1947:** Pattern and process in the plant community. *Journal of Ecology*, 35: 1 – 22.
- WHITE, P. S., & JENTSCH, A., 2001:** The search for generality in studies of disturbance and ecosystem dynamics. *Progress in botany*, 62.
- WOHLGEMUTH, T., KULL, P., WÜTHRICH, H., 2002:** Disturbance of microsites and early tree regeneration after catastrophic windthrow Vivian 1990 in Swiss mountain forests. *Forest Snow and Landscape Research*, 77: 17 – 47.
- ZADRAŽIL, F., 1997:** Rozklad polyaromatických uhlovodíků (PAH) dřevokaznými houbami v půdě. Institut für Bodenbiologie, Bundesforschungsanstalt für Landwirtschaft. BIOM.
- ZAHRADNÍK, P. & KNÍŽEK, M., 2007:** Lýkožrout smrkový *Ips typographus* (L.). *Lesnická práce*, 4
- 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.
- ZENÁHLÍKOVÁ, J., SVOBODA, M., WILD, J., 2011:** Stav a vývoj přirozené obnovy před a jeden rok po odumření stromového patra v horském smrkovém lese na Trojmezí v Národním parku Šumava. *Silva Gabreta, Vimperk*, 17 (1): 27 - 54.

**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 herb and half shrubs colonization of decaying logs in subalpine forest in the Polish Tatra Mountains. *Plant Ecology*, 172: 63 - 72.