

# Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa



## Odrůstání a mortalita přirozené obnovy po odumření horního stromového patra v horském smrkovém lese

Bakalářská práce

Autor: Jan Červený

Vedoucí práce: Ing. Radek Bače, Ph.D

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Jan Červený

Lesnictví

Název práce

**Odrůstání a mortalita přirozené obnovy po odumření horního stromového patra v horském smrkovém lese**

Název anglicky

**Growth and mortality of natural regeneration after dieback of tree layer of mountain spruce forest**

---

### Cíle práce

Cílem práce bude ověřit platnost následujících hypotéz

- (1) Většina jedinců obnovy se uchytila před disturbancí horního stromového patra
- (2) Meziroční přírůst a mortalita jedinců nezávisí na druhu dřeviny
- (3) Meziroční přírůst a mortalita jedinců nezávisí na mikrostanovišti

### Metodika

1. Sběr dat o početnosti a výšce označených jedinců obnovy dřevin na trvalých výzkumných plochách v NP Šumava.
2. Matematické a statistické zpracování dat.
3. Příprava práce.

## Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran textu bez příloh

## Klíčová slova

Smrk ztepilý, *Picea abies*, jeřáb ptačí, semenáčky, kompetice, mikrostanoviště, početnost

---

## Doporučené zdroje informací

- Bače, R., Svoboda, M., & Janda, P. (2011). Density and height structure of seedlings in subalpine spruce forests of Central Europe: logs vs. stumps as a favourable substrate. *Silva Fennica*, 45(5), 1065-1078.
- 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.
- Čada, V., Svoboda, M., & Janda, P. (2013). Dendrochronological reconstruction of the disturbance history and past development of the mountain Norway spruce in the Bohemian Forest, central Europe. *Forest Ecology and Management*, 295, 59-68.
- 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.
- Ilisson, T., Köster, K., Vodde, F., & Jõgiste, K. (2007). Regeneration development 4–5 years after a storm in Norway spruce dominated forests, Estonia. *Forest ecology and management*, 250(1), 17-24.
- Jonášová, M., & Prach, K. (2004). Central-European mountain spruce (*Picea abies*(L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. *Ecological Engineering*, 23(1), 15-27.
- 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(1), 251-265.
- 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.
- Wohlgemuth, T., Kull, P., & Wüthrich, H. (2002). Disturbance of microsites and early tree regeneration after windthrow in Swiss mountain forests due to the winter storm Vivian 1990. *For. Snow Landsc. Res*, 77(1), 2.
- Zielonka, T. (2006). When does dead wood turn into a substrate for spruce replacement? *Journal of Vegetation Science*, 17(6), 739-746.

---

## Předběžný termín obhajoby

2015/16 LS – FLD

## Vedoucí práce

Ing. Radek Bače, Ph.D.

## Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 15. 12. 2015

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

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 12. 2015

**prof. Ing. Marek Turčáni, Ph.D.**

Děkan

V Praze dne 19. 04. 2016

#### Čestné prohlášení

Prohlašuji, že svou bakalářskou práci na téma "Odrůstání a mortalita přirozené obnovy po odumření horního stromového patra v horském smrkovém lese" jsem vypracoval samostatně pod vedením Ing. Radka Bačeho, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů. Jsem si vědom, že zveřejněním bakalářské 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 19. 4. 2016

Podpis autora

### ***Poděkování***

Touto cestou bych chtěl poděkovat svému vedoucímu bakalářské práce Ing. Radkovi Bačemu, Ph.D., také Mgr. Josefu Brůnovi za přípravu dat a všem, kteří se účastnili měření na Trojmezné. Dále pak děkuji svým rodičům za psychickou a finanční podporu během celého studia.

## Abstrakt

Cílem této práce je zhodnotit stav přirozené obnovy po odumření horního stromového patra v horském smrkovém lese, na základě dat získaných na trvalých výzkumných plochách (50x50m) na kterých probíhá sběr dat od roku 2006 v oblasti Trojmezí, kde porosty odumřely po orkánu Kyrill a následné kůrovcové kalamitě v roce 2008. Na těchto plochách byly vytyčeny čtverečky o velikosti 5x5m a ty byly rozděleny na buňky 0,5x0,5m a v těchto ploškách je zaznamenán každý jedinec, jeho přírůst, zdravotní stav a mikrostanoviště. Provedenou analýzou bylo zjištěno, že dřevinné zastoupení se neliší od dřevinného zastoupení horního stromového patra, zastoupení smrku je 97% a jeřábu 3%. Jedinci se uchýlili na ploše před disturbancí, nejmladší jedinci na ploše vyklíčili v roce 2006. Vyšší jedinci dosahují vyšších přírůstů, než jedinci menší, to znamená, že heterogenita výškové struktury se zvyšuje. Analýzou mortality jednotlivých čtverců (50x50m) bylo zjištěno, že po disturbanci na plochách nevznikly nová místa bez dřevin. Nebyla prokázána závislost mortality jedinců na jejich četnosti v buňce (0,5x0,5m). Z toho plyne, že úmrtnost jedinců na vnitrodruhové konkurenci dosud výrazně nezávisela, ač početnost přesahovala 17 jedinců na buňku. Osm let po disturbanci je mortalita velmi nízká. Nejvyšší zmlazení odrůstá až 20 cm ročně.

**Klíčová slova:** Smrk ztepilý, *Picea abies*, jeřáb ptačí, semenáčky, kompetice, mikrostanoviště, početnost

## **Abstract**

The aim of this study is to assess the state of the natural generalization after the death of the upper tree layer in the mountain spruce forest, based on data acquired on permanent research area (50x50 m) where the collection of the data is in progress since 2006 in the area Trojmezna. These areas were damaged by hurricane Kyrill and afterwards bark beetle calamity in 2008. In these areas were defined squares of size 5x5m and they were divided into cells 0,5x0,5m and these shelf is recorded every individual, the increment, health and microhabitat. By the analysis which was carried out, was found, that woody representation is not different from the representation of upper tree layer, the number of spruce is 97% and 3% of the crane. Most individuals were caught before the disturbances, the youngest individuals germinated in 2006. Higher individuals achieve higher gains than smaller individuals, it means that the heterogeneity of the height structure is increasing. Based on analysis of mortality individual squares (50x50m) was found that after the disturbance on TVP new places without trees were not formed. The dependence of mortality on frequency of individuals in the cells (0,5x 0,5m) has not been demonstrated. That means that mortality of individuals at intraspecific competition is yet significantly independent, although abundance exceeded 17 individuals per cell. Eight years after disturbance is mortality very low. The highest regeneration grows up to 20 cm per year.

**Keywords:** Norway spruce, *Picea abies*, rowan, competition, seedlings, abundance, microsite

# Obsah

Úvod.....	11
<b>1. Rešerše.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1 Horský les.....</b>	<b>13</b>
1.1.1 Smrk ztepilý ( <i>Picea abies</i> ).....	14
1.1.2 Jeřáb ptačí ( <i>Sorbus aucuparia</i> ) .....	15
<b>1.2 Disturbance.....</b>	<b>16</b>
1.2.1 Vítr .....	16
1.2.2 Lýkožrout smrkový .....	17
1.2.3 Požáry.....	18
1.2.4 Imise .....	19
<b>1.3 Přirozená obnova .....</b>	<b>20</b>
1.3.1 Přirozená obnova na mrtvém dřevě .....	22
1.3.2 Původ jedinců na Trojmezné.....	24
1.3.3 Složení původního stromového patra a přirozené obnovy na Trojmezné.....	24
1.3.4 Vnitrodruhová kompetice.....	24
<b>2 Metodika .....</b>	<b>25</b>
2.1 Historie zájmového území.....	25
2.2 Charakteristika zájmového území.....	26
2.3 Trvalé výzkumné plochy (TVP) .....	26
2.4 Sběr dat.....	29
2.5 Analýza dat.....	30
<b>3 Výsledky .....</b>	<b>32</b>
3.1 Trvalá zkusná plocha č. 3.....	32
3.2. Trvalá výzkumná plocha č. 4 .....	36
3.3 Trvalá výzkumná plocha č. 5 .....	40
3.4 Trvalá výzkumná plocha č. 6 .....	44
3.5 Shrnutí výsledků jednotlivých výzkumných ploch.....	48
<b>4 Diskuze .....</b>	<b>53</b>
4.1 Věk jedinců.....	53
4.2 Zastoupení dřevin.....	54
4.3 Variabilita výškové struktury.....	54
4.4 Mortalita .....	55
4.5 Početnost.....	56



<b>4.6 Vznik nových ploch bez dřevin.....</b>	<b>57</b>
<b>5 Závěr.....</b>	<b>57</b>
<b>6 Seznam literatury a použitých zdrojů.....</b>	<b>58</b>

## Seznam tabulek:

<b>Tabulka 1</b> Procentické zastoupení jedinců a hektarové počty .....	32
<b>Tabulka 2</b> Výsledky prováděného chí- testu na TVP3.....	32
<b>Tabulka 3</b> Mortalita jedinců, podle zastoupení dřevin na TVP3.....	33
<b>Tabulka 4</b> Četnost jedinců a jejich mortalita na mikrostanovištích na TVP3 .....	34
<b>Tabulka 5</b> Četnost výškových tříd, jejich mortalita a průměrný věk na TVP3 .....	35
<b>Tabulka 6</b> Procentické zastoupení jedinců a jejich hektarové počty na TVP 4 .....	36
<b>Tabulka 7</b> Výsledky chí- testu na TVP4 .....	36
<b>Tabulka 8</b> Mortalita jedinců podle procentického zastoupení dřevin na TVP4.....	37
<b>Tabulka 9</b> Mortalita výškových tříd na TVP 4 .....	38
<b>Tabulka 10</b> Četnost mikrostanovišť, jejich procentické zastoupení a mortalita na TVP4.....	38
<b>Tabulka 11</b> Počet jedinců, průměrný věk a průměrný roční přírůst výškových tříd na TVP4.....	39
<b>Tabulka 12</b> Procentické zastoupení jedinců a jejich hektarové počty na TVP 5 .....	40
<b>Tabulka 13</b> Výsledky chí- testu na TVP 5 .....	40
<b>Tabulka 14</b> Mortalita podle zastoupení dřevin na TVP5.....	41
<b>Tabulka 15</b> Mortalita výškových tříd na TVP5.....	42
<b>Tabulka 16</b> Četnost mikrostanovišť, jejich procentické zastoupení a mortalita na TVP 5.....	42
<b>Tabulka 17</b> Počet jedinců, průměrný věk a průměrný roční přírůst výškových tříd na TVP5.....	43
<b>Tabulka 18</b> Procentické zastoupení jedinců na TVP6 .....	44
<b>Tabulka 19</b> Výsledky chí- testu na TVP6 .....	44
<b>Tabulka 20</b> Mortalita jedinců podle zastoupení dřevin na TVP6.....	45
<b>Tabulka 21</b> Četnost mikrostanovišť, jejich procentické zastoupení a mortalita na TVP6.....	46
<b>Tabulka 22</b> Četnost mikrostanovišť jejich procentické zastoupení a mortalita na TVP6.....	46
<b>Tabulka 23</b> Četnost výškových tříd, jejich průměrný věk a přírůst.....	47
<b>Tabulka 24</b> Počty jedinců, procentické zastoupení, hektarové počty a mortalita ....	48
<b>Tabulka 25</b> Mortalita výškových tříd na jednotlivých TVP.....	49
<b>Tabulka 26</b> Průměrné roční přírůsty mikrostanovišť na jednotlivých TVP .....	51
<b>Tabulka 27</b> Průměrné roční přírůsty výškových tříd na jednotlivých TVP .....	51
<b>Tabulka 28</b> Mortalita ve čtverečích s nejvyšším počtem jedinců .....	52
<b>Tabulka 29</b> Mortalita ve čtvercích s nejvyšším počtem jedinců a s nejnižším počtem .....	52
<b>Tabulka 30</b> Průměrný věk výškových tříd jednotlivých TVP .....	53

## Seznam obrázků

<b>Obrázek 1</b> oblast zasažená orkáнем Kyrill (Tosch,2007) .....	16
<b>Obrázek 2</b> Les na Trojmezné po gradaci Ips typographus .....	17
<b>Obrázek 3</b> Přirozená obnova na tlejícím dřevě (Zenáhlíková, 2008) .....	22
<b>Obrázek 4</b> Schéma uspořádání trvalých výzkumných ploch (50×50 m) rozdělených na 100 čtverců (5×5 m), z kterých bylo vždy vybráno 5 čtverců dále rozdělených na 100 plošek 0,5×0,5 m. (Zenáhlíková; Svoboda 2011).....	28
<b>Obrázek 5</b> Vyznačení jednotlivých čtverečků (0,5x 0,5mú jehlicí se stuhou) Foto: Zenáhlíková 2008.....	29

## Úvod

Horské smrkové lesy pokrývají významnou část horských oblastí ve střední Evropě (Svoboda, Zenáhlíková, 2009). Horské lesy nejsou pouze lesní porosty v horách, ale mají další významné funkce pro krajinu, jsou to rostlinná společenstva významně chránící půdu proti erozi i půdní sesuvům. Lesy pozitivně ovlivňují vodní režim, zvláště v pramenných oblastech a v podhorských oblastech zabraňují záplavám (Vacek et al. 2003). V našich přírodních podmínkách se horské smrkové lesy v mnoha ohledech liší od lesů v nižších vegetačních stupních. Pro horský les jsou typické nepříznivé stanovištní podmínky a relativně mělký půdní profil. Extrémní podmínky ovlivňují prostorovou, horizontální a vertikální strukturu porostu. (Svoboda, 2005)

Horské lesy na Šumavě byly v roce 2007 zasaženy orkáнем Kyrill a následnou kůrovcovou kalamitou, při které docházelo k rozsáhlému odumírání horního stromového patra. Trojmezenský prales spadá do bezzásahových zón, to znamená, že byl ponechán přirozenému vývoji (Zenáhlíková, 2012).

Přirozená obnova, její věková, druhová a výšková struktura, stejně tak růst a vývoj nárostů v místech bezzásahových zón, kde proběhla disturbance, hraje klíčovou roli pro obnovu lesních ekosystémů (Ulbrichová; Remeš; Štícha, 2009) Přirozená obnova v těchto lesích bývá ztížená, se stoupající nadmořskou výškou klesá frekvence semenných roků a je snížena klíčivost semen (Bače, Janda, Svoboda 2009).

### Cíle práce

Cíli této práce bylo potvrdit nebo vyvrátit hypotézy týkajících se druhového složení, stavu a přírůstků přirozené obnovy na trvalých výzkumných plochách na Trojmezné.

Byly ověřovány tyto hypotézy:

- (1) Většina jedinců se uchytila před disturbancí horního stromového patra
- (2) Druhové složení proporčně odpovídá druhovému složení odumřelého stromového patra
- (3) Variabilita početnosti jedinců mezi plochami se vlivem kompetice časem zmenšuje
- (4) Heterogenita výškové struktury se s časem zvětšuje
- (5) Čtyři roky po disturbanci nevznikly na lokalitě větší plochy bez dřevin, než tomu bylo před disturbance

# 1. Rešerše

## 1.1 Horský les

Do horských lesů řadíme lesní ekosystémy, náležící do 6-9 lesního vegetačního stupně tj. buk-smrkového smrkové až klečového. Pokrývají výrazně diferencovaný krajinný reliéf s převažující výškovou členitostí 300-600 m. (Vacek et al. 2003).

V našich stanovištních a klimatických podmínkách se horský les v mnoha ohledech liší od přirozených lesů z jiných lesních vegetačních stupňů (MÍCHAL & PETŘÍČEK 1999, MÍCHAL 1983 in Svoboda 2005). Pro horské lesy jsou typické extrémní stanovištní podmínky, podmáčená, extrémně kamenitá stanoviště a relativně mělký půdní profil. V chladném podnebí je růst dřevin a rozklad organické hmoty pomalý a množství živin v půdě malé. Extrémní klimatické podmínky při horní hranici lesa ovlivňují prostorovou, horizontální a vertikální strukturu porostu. (Svoboda, 2005).

Dynamika a struktura porostů je řízena vnitřními i vnějšími silami. Mezi vnitřní síly patří například konkurence jednotlivých druhů a genetická proměnlivost. Do vnějších sil řadíme disturbance, klimatické a stanovištní faktory. Významným typem disturbance v mírném pásu Evropy je vítr (FRELICH 2002, SCHELHAAS 2003 in Janda et al. 2010). Dalším typem narušení Evropských horských smrkových lesů jsou přemnožení kůrovci zejména pak lýkožrout smrkový (*Ips typographus*), dále také oheň laviny a houby a v některých případech dochází k odumírání vlivem staří. (KORPEL' 1989, HOLEKSA & CYBULSKI 2001 in Janda et al. 2010). Existuje také spojitost mezi přemnožením lýkožrouta smrkového, který napadá živé stromy po větrné disturbanci (SCHROEDER & LINDELÖW 2002 in Janda et al. 2010). Podle předešlých zjištění je pravděpodobné, že ve střední Evropě mohou být porosty ovlivňovány jak maloplošnými tak velkoplošnými disturbancemi podobně jako horské jedlo-smrkové porosty (*Abies balsamea*, *Picea rubens*) v New Hampshire v USA, které jsou řízeny které jsou řízeny velkoplošnou a souběžně probíhající maloplošnou disturbancí (WORRALL et. al 2005 in Janda et al. 2010). Maloplošné disturbance způsobují pouze rozšiřování porostních mezer a málokdy dávají za vznik mezerám novým. Tento jev obdobně popsal HOLEKSA & CYBULSKI (2001) v horských smrčínách střední Evropy. (Janda et al. 2010)

Přirozená obnova v horských smrkových lesích je ztížená díky drsnějším klimatickým vlivům. S rostoucí nadmořskou výškou bývá řidší a méně pravidelná dále také klesá intenzita, frekvence semenných roků a energie klíčení. (MÍCHAL 1983, MENCUCCINI et al. 1995 in Bače; Janda; Svoboda, 2009). Proto s nárůstem nadmořské výšky o 200 metrů klesá hustota zmlazení asi o jeden řád ve všech stádiích dynamiky lesa. (VORČÁK et al. 2006, in Bače; Janda; Svoboda, 2009). Struktura zmlazení je více hloučkovitá s rostoucí nadmořskou výškou, také se výrazně snižuje rychlost růstu zmlazení při horní hranici lesa. Výšky 1,3 m smrky dosahují ve věku 40ti i více let (Vacek 1981 in Bače; Janda; Svoboda, 2009). Proto po intenzivních disturbancích způsobené větrem nebo lýkožroutem smrkovým, při kterých odumírají živé zdravé dospělé stromy, mohou vznikat obavy, zda se narušené porosty obnoví a jestli budou nadále plnit své funkce. Po narušení je pak pro další vývoj lesa rozhodující jednak početnost a rozmístění zmlazení před disturbancí a také intenzita a frekvence dopadu nových semen jejich klíčení a uchycování v drsných horských podmínkách. (RAMMIG et al.2006 in Bače; Janda; Svoboda, 2009).

### 1.1.1 Smrk ztepilý (*Picea abies*)

Monokultury tvoří jen v nejvyšších polohách, spodní hranice monokultur je přibližně 1150 m n. m. a horní hranice končí asi na 1350-1400 mn.m. Místy může vytvářet monokultury i v nižších polohách, například v lesním vegetačním stupni bukojedlovém v mrazových a na rašelinných půdách. (Svoboda 1954).

Ekologie: Smrk je považován za polostínny druh ze střední tolerancí k zástínu. Ve střední Evropě je jeho ekologické optimum obecně tam kde končí optimum buku a jedle. Tedy ve více položených studených, mrazem ohrožených lokalitách. Smrk vykazuje největší přírůst mimo svůj areál, to z něj dělá kontinentální dřevinu. Nejvyšší přírůsty má v oceánickém klimatu. V ČR se jen 1/5 plochy porostů nachází na jeho přirozených stanovištích. Přirozená společenstva smrku se vyskytují na stanovištích mírně svěžích, svěžích, velmi svěžích až podmáčených na okrajích rašelinišť a vrchovišť, ale i na balvanitých sutích. Ideální průměrné roční teploty jsou 6 °C, srážky ve vegetační době 490-580 mm. U nás smrku vyhovuje spíše kratší vegetační perioda a krátké a chladné léto. Tepelné nároky jsou nízké, nárůst tepla sice zvyšuje přírůst, ale jen do té doby dokud není narušeno zásobování vodou. K nízkým teplotám je méně citlivý než k vysokým. Nároky na vláhu jsou střední, až vyšší snese i nadbytečnou vlhkost. Nedostatek vody v teplých oblastech je pro smrk limitujícím

faktorem. Je citlivý na suchá období hlavně kvůli jeho mělkému kořenovému systému i na nízkou vzdušnou vlhkost. Na půdu nemá zvláštní nároky. Zastoupení českých lesích je 54,2 % při čemž přirozená je 11% a doporučená 36,5% (Musil, 2003)

**Areál rozšíření:** Smrk ztepilý má euroasijský areál zasahující přes celou Sibiř na východ

k Ochotskému moři. Vlastní evropský areál má dvě oddělené části: Severská oblast zabírá téměř celou Skandinávii, prochází Pobaltím a odtud k východu přes evropskou část Ruska k Uralu. Středoevropsko-karpatská oblast se rozprostírá v horských oblastech střední a

jihovýchodní Evropy (Slávik 2004)

Doprovodné dřeviny: Buk lesní, jedle bělokorá (tvoří hercynskou směs), javory, jeřáb ptačí (na horní hranici lesa) (Musil, 2003)

### 1.1.2 Jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia*)

Menší strom vzácněji keř, který dorůstá až 20 m se štíhlou řídkou korunou a nápadnými chlupatými pupeny. Kořenový systém spíše povrchové, ale dokáže dřevinu dobře upevnit, kořeny dosahují relativně daleko od báze kmene.

Ekologie: Celkově světlomilný, ale snáší boční zastínění. V mládí vydrží jako neketoucí spodní etáž i pod smrkovým porostem. Půdně nenáročný jen záplavy nesnáší. Je odolný i k pozdním i k časným a pozdním mrazům, záplavy však nesnáší. Jeho opad má příznivý vliv na půdní procesy. Přirozeně se vyskytuje na půdách chudších, vlhčích až mírně suchých, kamenitých s kyselou reakcí roste i na zrašnilených bažinách. Přirozená příměs smrčin při horní hranici lesa jinde především jako pionýrská dřevina. Rychle osudluje volné i zabuřené nebo zdevastované plochy. Mimo oblast horských smrčin je brán jako plevelná dřevina.

**Areál rozšíření:** Velký, euroasijský; v Evropě roste od Středomoří až po sever; nevyskytuje se v Irsku, Skotsku a jihozápade Pyrenejského poloostrova. Na východ roste v Malé Asii, na Kavkaze, prochází celou Sibiř až k Ochotskému moři.

**Areál v ČR:** Přirozeně rozšířen po celém území od nížin až po horní hranici lesa. Jakopravidelná příměs se vyskytuje v kyselých doubravách i horských smrčinách.

Hojnější je v karpatské oblasti. (Slávik, 2004)

## 1.2 Disturbance

Obecně, disturbance lze definovat jako fyzické síly, což je proces nebo událost, která způsobí náhlou odchylku v chování systému nebo dojde ke změně vlastností jiného systému. (Rykiel et al., 1988 in Hais 2007 et al.) Z hlediska lesních porostů, Waring & Běh (1998) definuje disturbance jako jakýkoli jiný faktor způsobující významné snížení indexu listové plochy (LAI) po dobu delší než jeden rok. Snížení listové plochy, nebo defoliace, vyplývá z vlivu řady faktorů (hmyz, houby, vítr). Pokud jde o přirozenou obnovu lesa, disturbance může být chápána, jako proces, odumírání porostu při čemž zároveň začíná přirozená obnova porostu nového. (Hais et al. 2008)

### 1.2.1 Vítr



**Obrázek 1** oblast zasažená orkánem Kyrill (Tosch,2007)

Vítr je převážně horizontální pohyb vzdušných mas způsobené gradientem tlaku vzduchu. Ten je převážně zapříčiněn nerovnoměrným ohřevem různých částí zemského povrchu a termickými jevy v atmosféře. Na jedné straně je vzdušné proudění pro les nepostradatelné. Například většina jehličnatých dřevin je anemofilní (opilovány větrem) a jejich semena se pomocí větru rozšiřují, to znamená, že jsou anemochorní. Vítr a všeobecně vzdušné proudění zajišťuje výměnu vzduchu, což umožňuje výměnu plynů v okolí asimilačních orgánů. (Podrázský 2007)

Při působení větru může dojít i k poškození porostu. Hlavními porostními charakteristikami, které větrnou kalamitu přímo modifikují, jsou věk, zakmenění,



zdravotní stav, prostorová struktura porostů, růstové poměry, zásoba dřevní hmoty a dynamika porostů (Schneider et al. 2003). Hlavně v nesprávně pěstovaných porostech, přehoustlé a přeštíhlené porosty jsou nejčastěji postihovány větrnými kalamitami (Podrázský 2007). Dále pak téměř stejnověké smrkové monokultury jako jsou například na Šumavě, padají za oběť větrům. Horský smrkový les nemá daleko k severním boreálním lesům, které rostou na velkých rovinatých plochách a také mají sklony k velkoplošným rozpadům. Rozdíl je v disturbancích, které jednotlivé lesy zasahují. V boreálních lesích, které se rozkládají hlavně na rovinatých terénech, je to hlavně oheň, kdežto v horských lesích kde je vyšší rychlost větru a vyšší členitost terénu působí větší škody vítr. Na rozdíl od ohně kde většina biomasy shoří, je po větrné kalamitě většina biomasy zachována. Díky množství mrtvého dřeva a uvolněných živin, může přirozeně vzniknout nový les. (Valenta, 2007)

### 1.2.2 Lýkožrout smrkový



**Obrázek 2** Les na Trojmezí po gradaci *Ips typographus*

Lýkožrout smrkový patří mezi nejvýznamnější hospodářské škůdce kulturních porostů s převahou smrku v Eurasii, zejména pro svou schopnost exponenciálně se namnožit v příhodných potravních a klimatických podmínkách. Velikostí těla dosahující 4,5–5,5 mm se řadí mezi naše největší kůrovce. (Kindelmann; Matějka; Doležal, 2012)

Při nižších populačních hustotách je považován za sekundárního škůdce, který napadá nejčastěji polomy dále pak porosty oslabené suchem. Tyto podmínky lýkožroutovy velmi vyhovují a díky tomu se může enormně namnožit a stává se škůdcem primární, který napadá i zdravé stromy. Vlastní průběh přemnožení záleží na mnoha faktorech zejména pak na teplotě, srážkách a zdravotnímu stavu vlastních smrkových porostů nebo také na přirozených nepřítelích kůrovce. (Skuhravý 2002, in Roman Modlinger et al. 2009) Lýkožrout smrkový se pak může stát významným činitelem zapříčiňujícím nejen odumření jednotlivých stromů, ale i rozsáhlých smrkových porostů. (Kindelmann; Matějka; Doležal, 2012)

Lýkožrout patří již mnoho desetiletí v českých zemích mezi hlavní lesní škůdce (LIŠKA et al. 1991 in Roman Modlinger et al. 2009). Jeho význam je hlavně spojován s hospodářským pěstováním smrku mimo jeho přirozený areál výskytu.

### **1.2.3 Požáry**

Lesní požáry jsou významným jevem, který postihuje lesy v mnoha zemích světa až v katastrofálních měřítcích. Požáry ohrožují životy lidí, jejich majetek, ničí velké materiální hodnoty, ničí produkční funkce lesů, ale i mimoprodukční, na které se při kalkulaci škod většinou zapomíná.

V České republice lesní požáry příliš často nevznikají (Šišák, 2005). Tímto typem disturbancí trpí hlavně Austrálie, jižní části Evropy a USA. Podle kritérií používaných v Evropě se za požár velkého měřítka považuje, ten který zasáhne území o ploše minimálně 1 km<sup>2</sup>. Například v Řecku je každý rok přibližně 5000 ze kterých je asi 5,4 % považováno za požáry velkoplošné. Na první pohled se zdá, že je to malé procento, ale požáry velkého měřítka stojí za 72% veškerých škod, které jsou požáry způsobovány (Mišurec; Štefanov 2009).

Katastrofální velkoplošné požáry zasahují i lesy s podobnými přírodními podmínkami a klimatem, které je srovnatelné s lesy v České republice. Počet a charakter požárů je ovlivňován mnoha klimatickými, přírodními a porostními faktory. Z faktorů klimatických to je hlavně vlhkost vzduchu, půdy a porostů, teplota, rychlost a směr větru. Ze stanovištně porostních poměrů sem patří dřevinná skladba, porostní struktura, věk porostů, stav podrostu a půdní typ. Dalším podstatným faktorem je faktor společenský jako je například legislativa, chování obyvatel, úroveň a způsoby

obhospodařování a stav lesa. V různých zemích je váha faktorů působících na riziko vzniku lesních požárů, jejich průběh, likvidaci a způsobené škody různá (Šišák, 2005).

#### 1.2.4 Imise

Stav lesů v horských polohách se zhoršuje už od 70. let 20. století, v Krušných horách už od poloviny šedesátých let Dynamický rozpad lesa snižování jeho produkčních a selhávání ekologických a environmentálních funkcí a mizení genofondu dřevin má zde ekologické a celospolečenské následky (Peřina et al. 1984 in Vacek et al. 2003).

Nejvíce postižené území ve střední Evropě se nazývá černý trojúhelník a zahrnuje Krušné hory, Jizerské hory a Krkonoše. Je zřejmé, že velkoplošné narušení těchto oblastí má až celoevropské negativní ekologické důsledky. Po vytěžení odumírajících porostů, jejichž plocha činila 47 300 ha od roku 1958 (asi 2% z celkové výměry lesů ČR). Začali se objevovat problémy s obnovou lesa na rozsáhlých kalamitních holinách. Celkově nejhorší situace panovala v lesích ochranných, které byli z ekonomických důvodů dlouhodobě stranou lesnického hospodářského zájmu. Tyto lesy se nejčastěji vyskytovali ve většinou technologicky nepřístupných polohách, z těchto důvodů nebyli lesy na těchto plochách záměrně pěstovány a byli nabízeny jako lesy k samovolnému vývoji v té době byla ta to ochrana přírody velmi kontroverzní (Vacek et al. 1994 In Vacek et al. 2003). Tyto porosty se přirozeně rozpadaly bez dostatečné přirozené obnovy, která byla navíc decimována přemnoženou spárkatou zvěří. V takovém stavu ty to porosty zastihl vliv imisně ekologických stresů. Velmi dynamická a místy až celoplošná destrukce vlivem imisí a jí doprovázející klimatické extrémů, hmyzí škůdci, houbové patogeny a následné těžení odumírajících nebo již odumřelých porostů vytvářely značně nepříznivou ekologickou situaci pro vznik nových lesních porostů (Vacek, Podrázský 1995 in Vacek et al. 2003).

Poškozené horské lesy se vyskytovali na suťových stanovištích, ohrožených introskeletovou erozí (vertikální propadávání a proplavování složek půdy do dutin mezi kameny a balvany). Nejčastěji introskeletovou eroze byla iniciována po smýcení poškozených porostů a dále umocňována narušením půdního povrchu při soustředování dřeva. Příznaky introskeletové eroze jsou usychání a odumírání původní přízemní vegetace, její rozklad a rychlá mineralizace humusu a následné zvýraznění povrchové kamenitosti.

Při řešení těchto problémů vycházeli lesníci pouze z dílčích teoretických znalostí a z dosavadních zkušeností. Po ústupu imisní kalamity se museli začít řešit problémy které vznikly v důsledku nevhodných technologií při těžbě a obnově odumírajících porostů.

V současnosti se nejvíce řeší v souvislosti s imisními oblastmi přeměna porostů náhradních dřevin (Vacek et al. 2003).

### **1.3 Přirozená obnova**

Úspěšná obnova je předpokladem pro další existenci a fungování lesů jako takových a v národních parcích je přirozená obnova brána jako jeden ze základních prvků managementu a budoucího vývoje horských lesů (Tesař, Tesařová, 1996 in Kupka 2007). Horské lesy představují důležité ekosystémy, jejichž zachování a obnova je významným úkolem dnešního lesnictví. Úspěšná obnova je důležitou podmínkou pro existenci lesů a je základem ekologické stability (Grimm et Wissel, 1997, Holling, 1973 in Kupka 2007).

Přirozená obnova, její druhová, věková a prostorová struktura, stejně tak i růst a vývoj nárostů v místech, kde proběhla disturbance, hraje klíčovou roli při obnově stromové složky lesních ekosystémů. Regenerační procesy a jejich dynamika mají velký vliv na stabilitu i funkční účinnost lesních porostů. Největší výhodou přirozené obnovy je udržení autochtoních nebo alespoň osvědčených druhů místních populací dřevin, které jsou více připravené na stanovištní odlišnosti. Další výhodou je vysoká genetická variabilita semenáčků a nenarušený jejich růst a vývoj. Což znamená pro budoucí porost vyšší odolnost a adaptabilitu (KORPEL ET AL. 1991 in Ulbrichová; Remeš; Štícha, 2009).

Vývoj přirozené obnovy lesa souvisí s disturbancemi, hlavně pak v lesích přírodě blízkých a lesích přírodních. Úspěšnost přirozené obnovy závisí na řadě faktorů. (Ulbrichová; Remeš; Štícha, 2009). Korpel například uvádí tři hlavní předpoklady pro úspěšnou přirozenou obnovu (1) Dostatečný počet plodných stromů, (2) půda, která musí být vhodná pro vyklíčení a dostatečná frekvence semenných roků. S rostoucí nadmořskou výškou klesá hustota zmlazení, frekvence semenných roků a energie klíčení (MÍCHAL 1983, MENCUCCINI et al. 1995 in Bače et al. 2009). Přežívání a vývoj semenáčků, resp. jejich mortalita je v přirozených lesích ovlivňována řadou faktorů. (VACEK, PODRÁZSKÝ 2003 in Ulbrichová; Remeš; Štícha, 2009), jako nejdůležitější faktory uvádějí mráz, pohyb sněhu, poškození zvěří

a konkurenci přízemní vegetace. Proces přirozené obnovy v horských polohách dále ztěžuje nepříznivý vliv klimatu (ŠERÁ ET AL., 2000 in Ulbrichová; Remeš; Štícha, 2009). (Kupka 2007) Na přežívání semenáčku mají vliv další faktory, jako zejména světelné poměry, konkurence mezi semenáčky a konkurence ostatních nízkých rostlin, které vedou k vysoké úmrtnosti nejmladších stádií smrku do 4-5 let (JONÁŠOVÁ, PRACH, 2004; ZATLOUKAL 2000 in Ulbrichová; Remeš; Štícha, 2009). Velkou naději mají semenáčky, které mají více jak 20 cm a mohou být bráni jako budoucí generace lesa (Korpel et al. in Ulbrichová; Remeš; Štícha, 2009). Podle Korpela je pro úspěšnou přirozenou obnovu třeba alespoň 150-200 jedinců na hektar, kteří jsou vysokí 50-130 cm, ale je třeba brát v úvahu, že podstatná část těchto jedinců může být poškozena okusem zvěře (Gubka 2006 in Ulbrichová 2009).

V místech velkoplošných disturbancí NP Šumava může dojít k součinnosti nepříznivých stanovištně ekologických podmínek, které mohou způsobit narušení reprodukčních cyklů porostu. Toto riziko je zvýšeno tím, že doba pro obnovu porostů je relativně krátká, protože dospělé stromy, které sloužili, jako zdroj reprodukčního materiálu téměř kompletně odumřely. Přitom význam banky semen a semenáčků je pro přirozenou obnovu velmi značný (SZWAGRZYK ET AL., 2001 in Ulbrichová; Remeš; Štícha, 2009).

### 1.3.1 Přirozená obnova na mrtvém dřevě



**Obrázek 3** Přirozená obnova na tlejícím dřevě (Zenáhlíková, 2008)

Nejvíce vyskytujícím se mikrostanovištěm na Trojmezské je tlející (mrtvé) dřevo. Na tlejícím dřevě se vyskytovala více jak polovina jedinců. Prospěšnost tlejícího dřeva není jen v horských smrkových lesích, ale působí pozitivně i na přirozenou obnovu dalších druhů (Lonsdale et. al 2008 in Bače; Janda; Svoboda, 2009). Na nově spadlých kmenech je konkurenční tlak pro uchycení semenáčků dostatečně nízký. K uchycení zmlazení dochází z hlediska trvání rozpadu kmene poměrně brzy, zhruba 10 let od odumření stromu. Bače et al. 2012 uvádí, že kmene, kterým umrtví způsobila dřevokazná houba rodu *Phellinus* a také kmene s velkým průměrem vykazují nejvyšší hustotu semenáčků. Nižší hustoty zmlazení vykazovali kmene napadené troudnatcem pásovaným a také odumřelé stromy po kůrovcové kalamitě.

Staré stromy a tlející dřevo ve všech formách je klasickým příkladem lesů střední Evropy. Přítomnost živých stromů, souší a tlejícího dřeva jsou jedním z hlavních rozdílů mezi lesem přírodním a lesem hospodářským. V lesích přírodních se vyskytuje až několik stovek m<sup>3</sup> tlejícího dřeva. Množství tlejícího dřeva se odvíjí od fáze vývoje lesa. Za to v lesích hospodářských je množství tlejícího dřeva minimální. V ČR se vyskytuje asi 6,7 m<sup>3</sup> tlejícího dřeva na hektar. Toto dřevo pochází hlavně z mladých porostů (slabá hmota) v hospodářských lesích, z lesů ochranných a lesů na území národních parků.

Stojící suché stromy a ležící klády jsou důležitou součástí přírodních lesů. Jedna z hlavních výhod je zvýšení produkce porostu, která je způsobena jak zvýšením organické hmoty v půdě tak dalšími faktory tak ovlivnění půdních procesů, to znamená například snížení okyselování půd. Tlející dřevo je také vynikajícím substrátem pro obnovu lesních dřevin. Omezený výskyt či úplné vymizení mrtvého dřeva z lesa může způsobit narušení přirozeného cyklu. Některé druhy mikroorganismů podílejících se na rozkladu dřeva jsou na jeho přítomnost závislí a při jeho nepřítomnosti z lesa vymizí a dojde k negativnímu ovlivnění cyklu živin. (Saniga a Schutz 2001 in Svoboda, 2004). Akumulace velkého množství mrtvého dřeva v přírodních lesích je jednou z hlavních příčin odlišného cyklu živin od lesa hospodářského (Franklin et. al 1981 in Svoboda, 2004). Biologická aktivita, vodní režim a obsah živin v půdě (sorpční komplex) je výrazně ovlivněn snížením výskytu mrtvého dřeva v lesních ekosystémech. Význam pro přirozenou obnovu je v celku znám. Především v horských lesích je přirozená obnova smrku vázaná na mrtvé dřevo. (Svoboda, 2004)

Dále také závisí na ekologických faktorech, které jsou nezbytné pro růst a výskyt zmlazení v horských lesích střední Evropy. Mezi ně patří difúzní světlo, průběh teploty a srážek během celého roku, trvání sněhové pokrývky (Cunningham et al. 2006 in Bače et al 2009) pokrytí jednotlivými druhy vegetace a s tím související tloušťka nadložního humusu (Baier et al. 2007 in Bače et al. 2009), mikrostanovišť a jejich rozsah (JONÁŠOVÁ & PRACH 2004, HOLEKSA et al. 2006, MOTTA et al. 2006, BAIER et al. 2007 in Bače; Janda; Svoboda, 2009) z nichž je mrtvé dřevo jedno z nejvýznamnějších. Prospěšnost mrtvého dřeva pro uchycení a růst přirozené obnovy byl zjištěn jak v horských smrkových lesích střední Evropy (JONÁŠOVÁ & PRACH 2004, HOLEKSA et al. 2006, VORČÁK et al. 2006 in Bače et. al 2009), tak i v boreální lesích (Hofgaard 2003 in Bače; Janda; Svoboda, 2009), v horských smíšených lesích (Baier et. al 2007) i v jiných typech lesa v celém světě (Lonsdale et al. 2008 in Bače; Janda; Svoboda, 2009). Podíl jedinců zmlazení na mrtvém dřevě je značný a s rostoucí nadmožskou výškou se zvyšuje (Jonášová 2001; Holeksa et. al 2006 in Bače; Janda; Svoboda, 2009).

### **1.3.2 Původ jedinců na Trojmezí**

Zenáhlíková (2011) uvádí, že v roce 2008 byla na Trojmezí nalezena početná banka semenáčků. Na všech plochách se počty semenáčků udávali v desítkách tisíc na hektar (SVOBODA & ZENÁHLÍKOVÁ 2009 in Zenáhlíková 2011). Nejvíce semenáčků vyklíčilo v roce 2008. Výskyt semenáčků se váže na probíhající semenné roky (Mayer et. al 2004 in Zenáhlíková; Svoboda, 2011). Jelikož po roce 2008 došlo k odumření stromového patra, tato zvýšená produkce semen může dokazovat, že smrky jsou schopné těsně před odumřením maximálně zvýšit svou semennou úrodu (Heurich 2009 in Zenáhlíková; Svoboda, 2011). Z této podkapitoly vyplývá, že se jedinci uchytili před disturbancí.

### **1.3.3 Složení původního stromového patra a přirozené obnovy na Trojmezí**

Na základě průzkumu stavu lesa v období 1856 až 1874 v jižní části Šumavy byla nalezená rozsáhlá území pralesovitých porostů v řádech tisíců hektarů (Jelínek 2005 in Svoboda 2009). V těchto pralesích, se nacházeli porosty starší 140 let se 100% zastoupením smrku (Jelínek 1997 in Zenáhlíková; Svoboda 2011).

Zenáhlíková; Svoboda, 2011 uvádí, že druhové složení jedinců přirozené obnovy na Trojmezí, se mírně liší od horní stromového patra (97 % smrku, 3% jeřábu).

### **1.3.4 Vnitrodruhová kompetice**

V horských lesích je běžné, že jedinci se shlukují na mikrostanovištích s dobrými podmínkami pro klíčení (Vacek, Lokvenc, Souček in Ulbrichová 2009). Vnitrodruhová kompetice je jedna z příčin mortality mladých jedinců do 5 let věku na ploše. Velký počet jedinců je nahloučen na malé ploše, malý jedinci mají omezený přístup ke světlu, díky tomu mají sníženou vitalitu a mohou být méně odolní vůči okusu nebo korovnici. (Ulbrichová; Remeš; Štícha, 2009)



## 2 Metodika

### 2.1 Historie zájmového území

Zkoumané porosty na Trojmezí vznikly koncem 19. století, kdy na území v roce 1870 řádila rozsáhlá vichřice, kterou následoval rozsáhle přemnožený lýkožrout smrkový (*Ips typographus*). Následně mezi roky 1874 až 1882 byla prováděna asanační těžba. Tyto disturbance výrazně ovlivnily stav lesa v této oblasti (Jelínek 1997 in Jelínek 2005 in Svoboda; Zenáhlíková, 2009). Podle historických podkladů bylo horní stromové patro v některých porostech kompletně narušené a v dalších porostech došlo pouze k částečnému narušení zápoje. Z hospodářských plánů z roku 1882 bylo zjištěno, že v rámci asanačních těžeb bylo zpracováno přibližně 19 000 m<sup>3</sup> dřeva. V roce 1902 byla většina porostů ve studované oblasti zařazená do věkové třídy 0-20 let. Z toho vyplývá, že mezi roky 1873 až 1902 došlo ke kompletní změně charakteru lesa v dané oblasti, kdy bylo v důsledku asanačních těžeb kompletně odstraněno horní patro tzn. Stojící souše, vývraty, zlomy, ale i přežívající poškozené stromy (Svoboda; Zenáhlíková, 2009).

Téměř na celé ploše studované oblasti bylo horní stromové patro nahrazeno novým porostem. Zmlazení smrku a jeřábu pocházelo většinou z přirozeného zmlazení, které se zde vyskytovalo před narušením horního patra. Lesní hospodářské plány z té doby dokumentují částečné výsadby v některých porostech, ale jednalo se spíše o přesazování mladých jedinců smrku z míst hustého zmlazení do míst, kde přirozené zmlazení chybělo, tato místa byla většinou nevhodná pro přirozenou obnovu (podmáčená místa, místa s hustou, vysokou vegetací) a proto jedinci, kteří byly přesazeni do těchto míst, měli vysokou mortalitu (Jelínek 1997 in Svoboda 2009). V dnešní době panuje přesvědčení, že tato oblast byla na konci 19. století obnovena uměle z nepůvodních populací smrku, v historických LHP nejsou o této obnově žádné záznamy. Umělá obnova se používala v nižších polohách, kde byla vyšší hustota lesních cest. V porostech v podobných terénních podmínkách se vzdáleností od nejbližší obce 15 km a s chybějící dopravní lesní sítí a k přihlednutím k historickým záznamům je umělá obnova v této oblasti nepravděpodobná (Jelínek 1997 in Svoboda; Zenáhlíková, 2009).

Porosty tedy vznikly po narušení větrem, kůrovcem a následnými asanačními těžbami (Svoboda 2009 in Zenáhlíková; Svoboda, 2011). Vývoj porostů v první polovině 20. století probíhal prakticky bez zásahů. Byl zde hlavně smrk ojediněle jeřáb nebo bříza (Jelínek 1997 in Zenáhlíková; Svoboda, 2011). Od roku 1950 do roku 1989

byla tato oblast v ochranném hraničním pásmu, tudíž se zde minimálně lesnický hospodařilo. Od 90. let jsou porosty opakovaně ovlivňovány ničivým působením větrů a lýkožrouta smrkového k čemuž přispělo i narušení porostů výstavbou cesty nazývané jako „Kalamitní svážnice“ Při vyhlášení Národního parku Šumava v roce 1991 bylo toto území spolu s Trojmezenským pralesem jedné rozsáhlé první zóny. Po změně zonace v roce 1995 byli tyto porosty přesunuty do zóny druhé.

V lednu roku 2007 zasáhl území Národního parku Šumava ničivý orkán Kyrill, který poškodil desítky hektarů porostů nejen v okolí Trojmezná. Poté došlo k přemnožení lýkožrouta smrkového (*Ips typographus*) a postupnému odmírání porostů (Zenáhlíková; Svoboda 2011).

## 2.2 Charakteristika zájmového území

Zájmová oblast se nachází v jihovýchodní části Národního parku Šumava na území I. zóny Trojmezná. Podél hranice s Německem mezi vrcholy Třístoličník a Trojmezná na souřadnicích- (48°47'–48°48' N, 13°49'–13°50' E) (Svoboda 2005).

Průměrná roční teplota nepřesahuje 4 °C, roční úhrn srážek se pohybuje mezi 1200- 1500 mm, nachází se převážně v 7. a 8. lesním vegetačním stupni a leží v nadmořské výšce od 1000 m n. m. do 1300 m n. m. (Svoboda 2007; Bače et al. 2009) Podloží tvoří světlá dvojslídna hrubozrnná žula (Kopáček et al. 2001 in Bače; Janda; Svoboda, 2009).

Nejčastější půdní typ je humuso- železitý podzol, půdy jsou hlinitopísčité, skeletovité, s ostrůvky žulových monolitů (Novák et al. 1999 in Bače et al. 2009). Dle typologické mapy se zde nachází několik následujících soborů lesních typů (SLT): Podmáčená klenová smrčina (8V), svěží smrčina (8S), kamenitá kyselá smrčina (8N), kyselá smrčina (8K), kamenitá smrčina (8Y). V této oblasti bylo popsáno společenstvo papratková smrčina montánních poloh *Athyrio alpestris- Piceetum* v nižší části a na hřebenové části je společenstvo třtinové smrčiny *Calamagrostio villosae – Piceetum* (Svoboda; Zenáhlíková, 2009)

## 2.3 Trvalé výzkumné plochy (TVP)

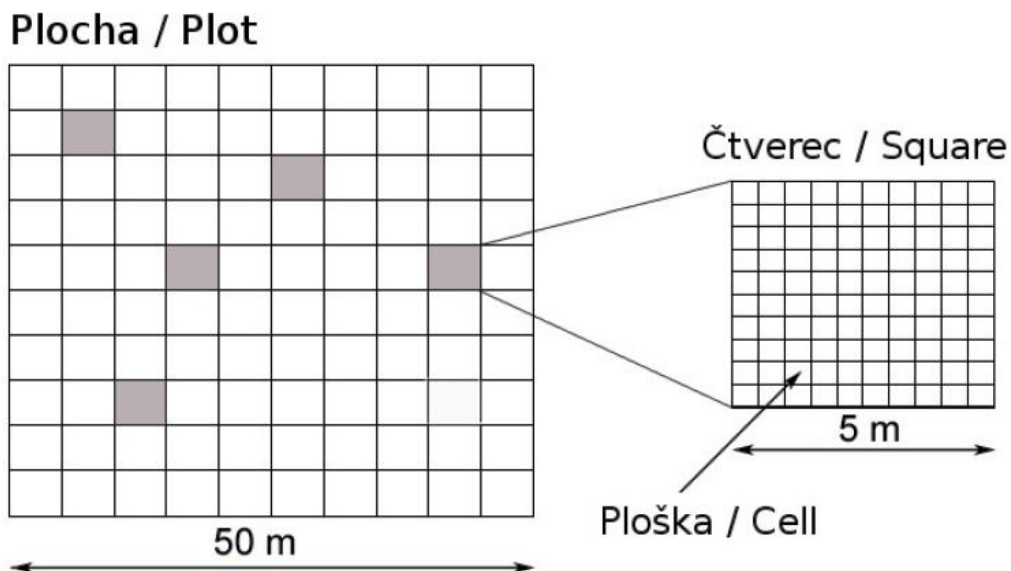
Trvalé výzkumné plochy na Trojmezná byly založeny v letech 2006 až 2007 jsou umístěné na svahu pod hřebenem mezi vrcholy Třístoličník a Trojmezná hora.

Jedná se o čtyři trvale zkusné plochy (TVP), plochy označované (P3, P4, P5, P6) o rozloze 0,25 ha (50x 50 m). (Zenáhlíková; Svoboda, 2011).

Plochy byly vybrány podle následujících kritérií: (1) pozice v centrální části větších fragmentů uzavřených lesních porostů; (2) rovnoměrné pokrytí zájmového území (3) absence porostů ovlivněných v nedávné době asanačními zásahy nebo disturbancemi (4) pozice v podobných stanovištních podmínkách, vzdálené od potoků, podmáčených stanovišť a kamenných výchozů.

Pro založení výzkumných ploch, sběr prostorových dat stromového patra a tlejícího dřeva, měření korunových projekcí a vytvoření sítě pro analýzu zmlazení byla použita technologie Field Map ([www.Fieldmap.cz](http://www.Fieldmap.cz)). Na každé ploše byla zjištěna výčetní tloušťka, výška stav a pozice paty kmene u všech živých i suchých stromů s výčetní tloušťkou větší než 4 cm. U živých stromů byla změřena výška stromu, nasazení koruny, korunová projekce pomocí nejméně pěti bodů jako vodorovná vzdálenost od hrany kmene k okraji koruny. Všechny získané údaje byly analyzovány v programu GIS, ve kterém byla vypočtená plocha korunové projekce pro každý strom. Souše byli zaměřeny, přesto že jejich výška byla menší než 1,3 m. V tomto případě byl zjištěn průměr u paty pahýlu. Tímto způsobem se měřili všechny pahýly s průměrem větším než 10 cm i v tom případě, že byli ve značném stádiu rozpadu. Na základě stupně rozpadu bylo možno zrekonstruovat strukturu odumírání stromů během posledních několika desetiletí. Ležící kmeny byli taktéž zaměřeny technologií Field Map, byly měřeny tyto hodnoty: Pozice, délka, tloušťka na čele a na čepu. Takto bylo změřeno všechno ležící dříví, které bylo uvnitř alespoň z části a mělo nejméně 10 cm a délku 2 m. Dále se vizuálně posuzovalo stádium rozkladu stojícího i tlejícího dřeva pomocí klasifikace navržené Masarem et. al (1979). Dále byl vypočítán objem z rozměrů jednotlivých kusů tlejícího dřeva a celkový objem tlejícího dřeva na ploše.

Na každé ploše byla založena síť pro hodnocení věkové struktury, každý čtverec měl rozměry 10x 10 m (celkem 25 čtverců). V každém čtverci byl vybrán živý strom nejbližší středu čtverce, u kterého byl udělán vývrt pomocí nebozezu ve výšce 1,3 m. V laboratoři byli vývrty vysušeny a následně spočítán počet letokruhů a díky tomu zjištěn jejich věk. Vzhledem k tomu, že skutečný počet letokruhů se liší od počtu letokruhů ve výšce 1,3 m, bylo na každé ploše vybráno asi 10 jedinců s výškou cca 1,3 m a byl zjištěn jejich věk pomocí počítání přeslenů. Podobný přístup byl již použit v Polsku. Zeilonka (2006) našel úzký vztah mezi počtem viditelných přeslenů a počtem let pro smrku této výšky.



**Obrázek 4** Schéma uspořádání trvalých výzkumných ploch (50×50 m) rozdělených na 100 čtverců (5×5 m), z kterých bylo vždy vybráno 5 čtverců dále rozdělených na 100 plošek 0,5×0,5 m. (Zenáhlíková; Svoboda 2011)

Pro analýzu zmlazení byla v rámci každé plochy vytyčena čtvercová síť 5x5 m (celkem 100 čtverců). V každém čtverci byly spočítány jedinci, kteří byli vyšší než 20 cm a zaznamenán jejich druh, typ mikrostanoviště a byly zařazeny do jednotlivých výškových tříd po 10 cm. Jedinci s výškou do 20 cm byli zaznamenáni pouze v 16 středových čtvercích stejným způsobem. Pro každou věkovou třídu byl odhadnut věk pomocí počtu přeslenů a jizev po přeslenu na 20 náhodně vybraných jedincích na dané ploše. Pro každého jedince, který se ve čtverci nacházel, bylo určeno mikrostanoviště. Jednotlivá mikrostanoviště jsou ležící kmen, hrabanka, pahýl, hrabanka, vývrat, vegetace. Stanoviště vegetace je rozděleno podle dominantních druhů kapradiny – *Athyrium distentifolium* a *Dryopteris dilatata*; trávy *Avenella flexuosa*, *Luzula sylvatica*, *Calamagrostis villosa*, brusnice – *Vaccinium myrtillus* a *Vaccinium vitis-idaea*, byliny – *Oxalis acetosella* a mechy.

Dále byla analyzována pokryvnost vegetace v jednotlivých čtverečcích. Vizuálně byla odhadována pokryvnost jednotlivých druhů vegetace, pokryvnost povrchu půdy (hrabanka) a pokryvnost například kamene. (Svoboda; Zenáhlíková, 2009).

Typy mikrostanovišť:

1. Pahýl: Zbytek kmene po odlomení stojící souše nižší než dva metry; pařez

2. Ležící kmen: Ležící kmen ve všech stádiích rozpadu
3. Pata: nejbližší okolí báze kmene živého či mrtvé stromu (souše)
4. Hrabanka: Povrch, který je tvořen převážně smrkovým opadem
5. Travniny (vegetace)
6. Borůvka
7. Mechorosty: všechny druhy mechů
8. Kapradorosty
9. Vývrat: Kořenový talíř vývratu

## 2.4 Sběr dat

Můj vlastní sběr dat probíhal v srpnu roku 2015 na trvalých zkusných plochách na Trojmezí (TVP3-TVP-6), viz předchozí kapitola. Na každém z pěti čtverců byla trvalá síť plošek o velikosti 0,5x0,5 m (0,25m<sup>2</sup>). Kvůli orientaci mezi jednotlivými čtverečky (0,25 m<sup>2</sup>), byly rohy těchto čtverečků opatřeny jehlami se žlutou stuhou. (Zenáhlíková; Svoboda, 2011)



**Obrázek 5** Vyznačení jednotlivých čtverečků (0,5x 0,5m) jehlicí se stuhou Foto: Zenáhlíková 2008

Všichni jedinci, kteří byli od roku 2008, byli označeni drátkem a štítkem na kterém bylo vyraženo číslo. Pro další sledování přírůstů a zdravotního stavu jedinců bylo toto číslo zaznamenáno. Dále k tomuto číselnému označení bylo zaznamenáno na které je jedinec ploše (50x50 m) ve kterém je čtverci (5x5m) a v jakém čtverečku (0,5x0,5m) se vyskytuje. Dále se u jedince zaznamenával věk, který se zjišťoval

počítáním přeslenů, druh poškození (okus, vytlučení, korovnice) a místo poškození (hlavní terminál, boční terminál).

Díky těmto získaným datům můžeme zjišťovat individuální růst jedinců, jejich přesuny mezi jednotlivými výškovými třídami, dále můžeme sledovat omezení růstu a mortalitu v jednotlivých výškových třídách.

Zápisníky do kterých se zapisovali naměřená data přímo na ploše, obsahovali jednotlivé kolonky, do kterých se zapisoval přírůst (v mm), poškození nebo jestli jedinec uhynul. Dále také obsahovali čísla plochy, číslo čtverce (50x50m), číslo čtverečku a číslo jedince, jedinec měl toto číslo na štítku, který byl připnut, buď na kmínku, nebo větévce.

## 2.5 Analýza dat

Data ze všech zápisníků, do kterých se zapisovali data přímo v terénu, jsem přepsal do programu Microsoft- office Excel 2013. Ve kterém jsem analyzoval naměřená data.

### Mortalita

Mortalitu jsem vypočetl v MS- Excel 2013 pomocí součtu všech jedinců na ploše od něj sem odečetl počty živých jedinců v roce 2013 a 2014 a plus mortalita v roce 2015. Pro snadnější pochopení byla odvozena tato rovnice  $M_{2015} = N_{2013} - N_{2014} + M_{2015}$ , kde  $M_{2015}$  je celkový počet uhynulých jedinců,  $N_{2013}$  je celkový počet živých jedinců v roce 2013,  $N_{2014}$  je počet všech jedinců v roce 2014  $M_{2014}$  je počet uhynulých jedinců v roce 2015. Zjednodušeně, mortalita je počet uhynulých jedinců za určitou dobu na určitém místě.

### Výškové třídy

Současná výška jedince byla zjištěna pomocí výšky v roce 2014 a přírůstu v roce 2015. Podle této výšky jsem rozdělil jedince do jednotlivých výškových tříd. Seřadil jsem jedince podle výšky od největšího po nejmenší po 20 cm. Sečetl jsem jedince vysoké od (0- 20 cm, 21-40 cm atd...) Poté jsem zjistil jejich přírůst a mortalitu.

Průměrný roční přírůst jsem počítal jako průměr všech přírůstu v té dané výškové třídě za rok 2014 a 2015. Mortalitu jsem spočetl pomocí součtů uhynulých jedinců v jednotlivých výškových třídách. Dále byli spočteny procentické zastoupení výškových tříd, to se počítalo z živých jedinců v jednotlivých třídách. Dalším faktorem, který se počítal, byl průměrný věk jednotlivých výškových tříd, v každé třídě byli zprůměrován věk jednotlivých jedinců.

### **Mikrostanoviště**

Jednotliví jedinci byli rozděleni podle mikrostanovišť. Poté ke každému mikrostanovišti zvlášť byl spočítán zvlášť průměrný roční přírůst a mortalita a jejich procentické zastoupení. Procentické zastoupení se neodvozovalo podle plochy, kterou jednotliví jedinci zaujímají, ale podle toho kolik jedinců na tom určitém stanovišti roste. Mortalita byla spočítána pro každé mikrostanoviště zvlášť, viz podkapitola mortalita.

### **Druhové složení**

Dále jsem ověřoval hypotézu ve znění: Druhové složení proporčně odpovídá druhovému složení odumřelého stromového patra. Tato hypotéza byla ověřena jednoduchým  $\chi^2$  (chí)- testem normálního rozdělení. Procentické zastoupení smrku v horním stromovém patře bylo 100%, z toho důvodu byla očekávaná četnost- E brána jako 100 a skutečná četnost- O, byla skutečné procentické zastoupení zmlazení smrku.

### **Variabilita početnosti jedinců**

Dále jsem měl ověřit tvrzení, že variabilita početnosti jedinců se vlivem kompetice snižuje. Seřadil jsem si čtverečky podle četnosti jedinců a zjistil jsem mortalitu.

### **Úbytek jedinců ve čtvercích**

U každého čtverce (5x5 m) byl zjištěn počet jedinců a mortalita. Mortality v jednotlivých čtvercích byli mezi sebou porovnávány.

### 3 Výsledky

#### 3.1 Trvalá zkusná plocha č. 3

##### Zastoupení jednotlivých dřevin na TVP3

Dřevina	$\Sigma$	Zastoupení	Hektarové počty
JR	49	6,13	3920
SM	750	93,87	60000
Celkem	799	100,00	63920

Tabulka 1 Procentické zastoupení jedinců a hektarové počty

Na třetí zkusné ploše (TVP3) je s velkou převahou stejně jako na ostatních zkusných plochách smrk (Tab. 1) a dále ho doprovází jeřáb. Z hektarových počtů je zřejmé, že jednotliví jedinci jsou na jednotlivých čtvercích (5x5m) velmi hustě nahloučeny.

Dále jsem podle  $\chi^2$  - testu (chí) ověřil, zdali druhové složení na TVP3 odpovídá druhovému složení odumřelého stromového patra. Ověřoval jsem pravdivost hypotézy, která zněla: Druhové složení proporčně odpovídá druhovému složení odumřelého stromového patra.

chí test	O	E	(O-E) <sup>2</sup> /E
JR	49	0	0
SM	750	799	2,42
		T	2,42

Tabulka 2 Výsledky prováděného  $\chi^2$  - testu na TVP3

$$\chi^2(\alpha 0,01) = 6,635$$

$$T > \chi^2$$

2,42 > 6,635 → Neplatí, hypotézu na hladině pravděpodobnosti 99% nelze zamítnout.



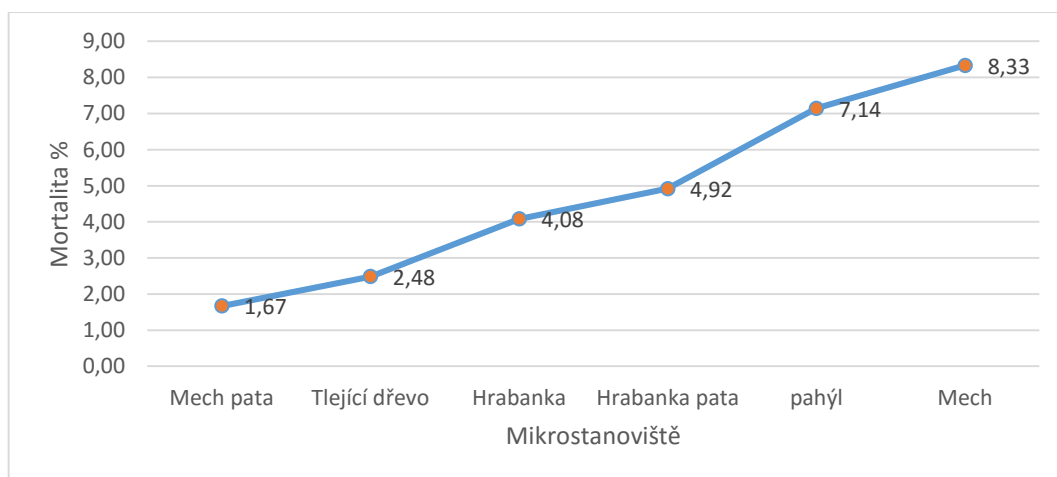
Pro nás to znamená, že i přesto že je zde 6,18% jeřábu není zastoupení dřevin na tolik pozmeněné, abychom mohli hypotézu vyvrátit.

## Mortalita

Dřevina	Živých	Uhynulých	Σ	Mortalita %
JR	49	3	52	5,8
SM	750	40	790	5,1
Celkem	799	43	842	5,1

**Tabulka 3** Mortalita jedinců, podle zastoupení dřevin na TVP3

Z tabulky č. 3 je zřejmé, že mortalita na zkusných plochách je velmi nízká. Nejčastějšími důvody je okus, kompetice buď jednotlivých jedinců mezi sebou, nebo vegetace (*Avenella flexuosa*, *Vaccinium myrtillus*), někdy příčiny uhynutí nejsou zcela zřejmé. Dále vyšší mortality může způsobovat jednotlivá mikrostanoviště, které znázorňuje následující graf. Do tohoto grafu nebyli zahrnuti všechna mikrostanoviště, které se na TVP3 vyskytovali, z důvodu jejich nízké četnosti (vegetace *Avenella flexuosa*, *Oxalis acetosella*)



**Graf č. 1** Mortalita jedinců, podle mikrostanovišť na TVP3

Z grafu č. 1 je zřejmé, že nejvyšší mortalita je na v rámci mikrostanovišť je na mechu. Za to nejmenší mortalita byla na mikrostanovišti- mech pata (přechod mezi odumřelým kmenem nebo pařezem a mechem)

## Mikrostanoviště

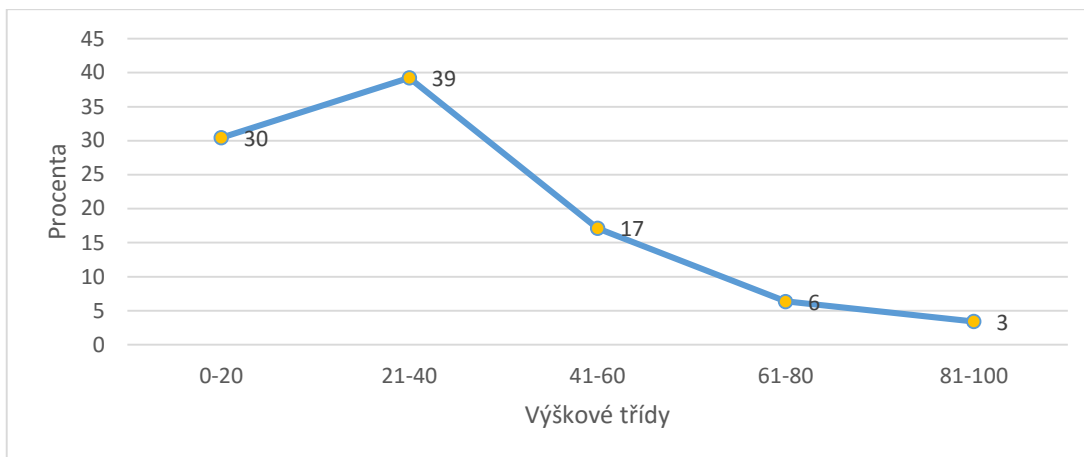
Stanoviště	živých	mrtvých	Počet	%	Mortalita	Přírůst (mm)
Avenella flexuosa	8	2	10	1,22	20,00	49
Hrabanka	141	6	147	17,95	4,08	57
Hrabanka pata	116	6	122	14,90	4,92	57
Tlející dřevo	314	8	322	39,32	2,48	51
Mech	77	7	84	10,26	8,33	68
Mech pata	59	1	60	7,33	1,67	67
Oxalis acetosella	4	0	4	0,49	0,00	91
pahýl	65	5	70	8,55	7,14	32
Celkem	784	35	819	100,00	4,27	56

**Tabulka 4** Četnost jedinců a jejich mortalita na mikrostanovištích na TVP3

Z tabulky č. 4 vidíme, že nejčastějším mikrostanovišti na této zkušné ploše je tlející dřevo s 39,32 % s mortalitou pouze 2,48 % a s průměrnými ročními přírůsty 57 mm. Nejméně častými mikrostanovišti byla vegetace (Avenella flexuosa a Oxalis acetosella) jejichž další výsledky nejsou směrodatné kvůli nízké četnosti například mortalita u Avenella flexuosa je 20,00% a u Oxalis acetosella je 0,00%. Z důvodu, že u některých jednotlivců nebylo zjištěno mikrostanoviště se součty v této tabulce mírně liší od součtů v tabulkách s mortalitou a zastoupením dřevin. Největší přírůsty vykazoval mech, který měl i nejvyšší mortalitu.

## Výškové třídy

Jednotliví jedinci byli rozděleni do tříd podle výšky. Třídy jsou po 20 cm, u jednotlivých tříd bylo zjišťováno počty, věk a mortalita.



**Graf č. 2** Znárodnující četnost výškových tříd na TVP3

V následujícím grafu č. 2 vidíme procentické zastoupení jednotlivých výškových tříd. Na ploše byli i jedinci vyšší, ale jejich počet oproti výškovým třídám, které jsou obsaženy v grafu, byl značně menší.

Výšková třída	Živí	Uhynulí	$\Sigma$	Mortalita	Pr.věk
0-20	249	25	274	9,12	9
21-40	321	6	327	1,83	12
41-60	140	1	141	0,71	14
61-80	52	0	52	0,00	14
81-100	28	0	28	0,00	14
101-120	10	0	10	0,00	-
121-140	11	0	11	0,00	-
141-160	5	0	5	0,00	-
161-180	1	0	1	0,00	-
181-200	1	0	1	0,00	-

**Tabulka 5** Četnost výškových tříd, jejich mortalita a průměrný věk na TVP3

V následující tabulce č. 5 vidíme, že nejvyšší mortalita postihuje nejmenší jedince. Ve druhé výškové třídě (21-40 cm), která je nejpočetnější, je mortalita pouze jen 1,83 %. V dalších třídách je mortalita téměř nulová.

Dále tato tabulka znázorňuje průměrný věk jednotlivých výškových tříd. Od šesté výškové třídy (101-120 cm) nebylo věk zjišťován kvůli nepřesnosti. Z tabulky je zřejmé, že průměrný věk výškových tříd není příliš rozdílný. Můžeme tedy říci, že heterogenita výškové struktury se zvětšuje.

### 3.2. Trvalá výzkumná plocha č. 4

#### Zastoupení dřevin na TVP4

Dřevina	$\Sigma$	Zastoupení	Hektarové počty
Jeřáb	5	1,01	400
Smrk	744	98,99	59520
Celkem	749	100,00	59920

**Tabulka 6** Procentické zastoupení jedinců a jejich hektarové počty na TVP 4

Z tabulky č. 6 vidíme, že na rozdíl od TVP3 je zde vyšší zastoupení smrku oproti jeřábu. Důvod je stejný jako v prvním případě. Na rozdíl od TVP3 jsou zde nižší hektarové počty, ale stále jsou velmi vysoký počet na jednotku plochy cca 0,16 m<sup>2</sup> na jednoho jedince. Původ jedinců smrku je ze stromového patra, které již odumřelo a jeřáb je ze semene jedinců, kteří byli v podúrovni. Zastoupení a hektarové počty jsou počítány z počtu živých jedinců.

Dále jsem ověřoval pomocí  $\chi^2$  (chí)- testu hypotézu ( $H_0$ ) která zní: Druhé složení proporčně odpovídá druhovému složení odumřelého stromového patra. To znamená, jestli dřevinné zastoupení je stejné, jako mělo dřevinné patro před jeho odumřením. V horním stromovém patře měl smrk zastoupení 100% nyní má 98,99%.

chí test	O	E	(O-E) <sup>2</sup> /E
Jeřáb	5	0	0
Smrk	744	749	0,033
		T	0,033

**Tabulka 7** Výsledky chí- testu na TVP4

$$\chi^2(\alpha 0,01)= 6,635$$

$$T > \chi^2$$

0,033 > 6,635 → Neplatí, hypotézu na hladině pravděpodobnosti 99% nelze zamítnout.

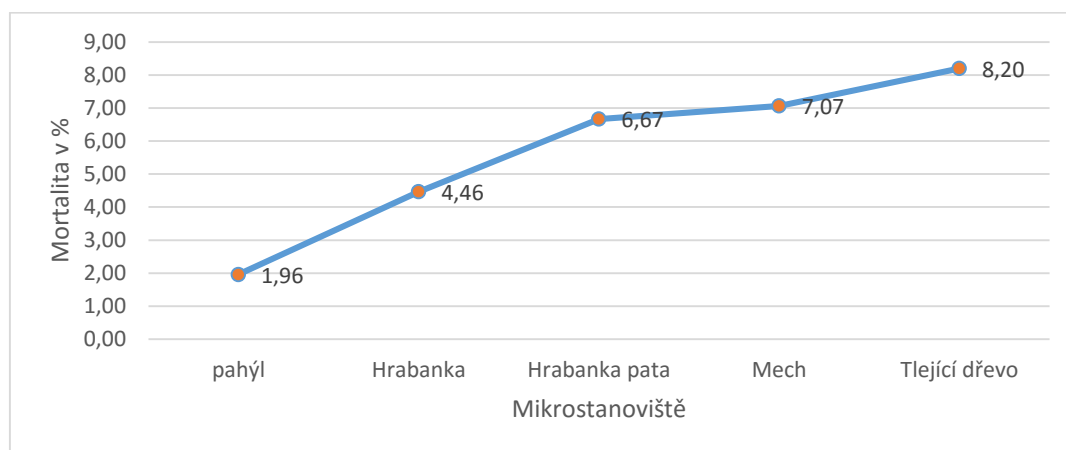
Z výsledku vyplývá, že procentické zastoupení jeřábu není tak velké, abychom mohli hypotézu vyvrátit.

### Mortalita na TVP4

Dřevina	Živých	Uhynulých	Σ	Mortalita %
Jeřáb	5	3	8	37,5
Smrk	744	43	787	5,5
Celkem	749	46	795	5,8

Tabulka 8 Mortalita jedinců podle procentického zastoupení dřevin na TVP4

Z tabulky č. 8 vidíme vysokou mortalitu jeřábu, nicméně kvůli jeho nízkému počtu na této ploše nemůžeme brát tento výsledek za směrodatný. Za to mortalita smrku na této ploše je velmi nízká. Největší vliv na mortalitu mají, vnější činitele (poškození terminálu okusem, korovnicí, uschnutí nebo kompetice dalších jedinců. Někdy také nejsou příčiny zcela zřejmé.



Graf č. 3 Mortalita jedinců podle mikrostanovišť na TVP4

V grafu č. 3 vidíme mortalitu na jednotlivých mikrostanovištích. Vidíme, že mortalita na mikrostanovištích této plochy se liší od TVP3, zde je největší mortalita na tlejícím dřevě, kdežto na první ploše mortalita byla druhá nejnižší.

Výšková třída	Živí	Uhynulí	Σ	Mortalita%
0-20	180	27	207	13,04
21-40	296	6	302	1,99
41-60	154	0	154	0,00

Tabulka 9 Mortalita výškových tříd na TVP 4

Mortalitu také velmi ovlivňuje výška jedinců (tab. č. 9), z této tabulky je zřejmé, že nejvyšší mortalitu mají jedinci do 20 cm výšky. Ve druhé výškové třídě (21-40 cm) je mortalita o 11 % nižší než u první výškové třídy.

#### Mikrostanoviště na TVP4

Stanoviště	Živí	Uhynulí	Σ	Mortalita	%	Přírůst (mm)
Avenella flexuosa	2	0	2	0,00	0,27	11
Hrabanka	107	5	112	4,46	15,01	32
Hrabanka pata	70	5	75	6,67	10,05	39
Tlející dřevo	224	20	244	8,20	32,71	38
Mech	171	13	184	7,07	24,66	41
Mech pata	27	0	27	0,00	3,62	30
pahýl	100	2	102	1,96	13,67	26
Celkem	701	45	746	6,03	100,00	31

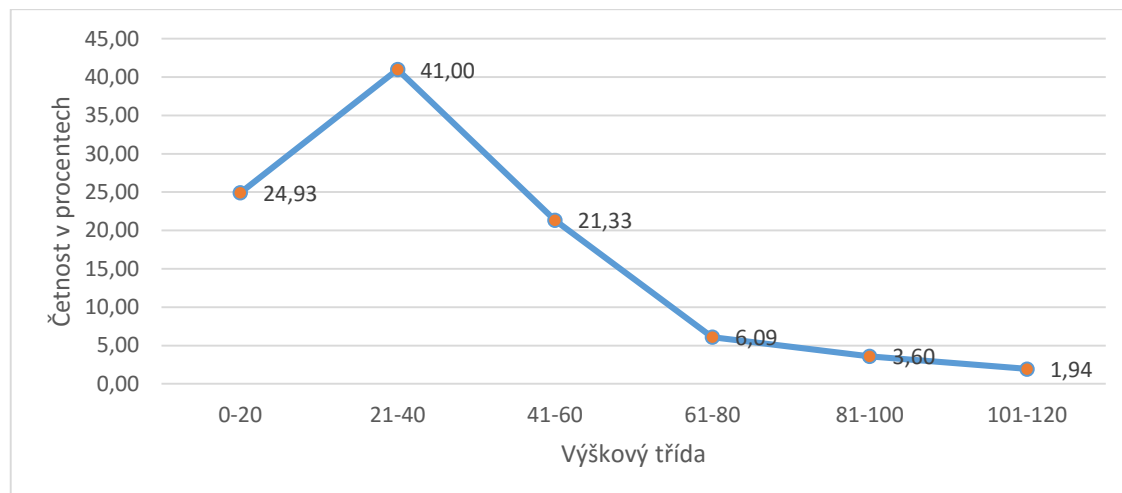
Tabulka 10 Četnost mikrostanovišť, jejich procentické zastoupení a mortalita na TVP4

Tato tabulka č. 10 zobrazuje jednotlivá mikrostanoviště na TVP. Znázorňuje jejich četnost, mortalitu a přírůsty. Nejvíce je zastoupeno tlející dřevo, které má nejvyšší mortalitu nejnižší mortalitu má mech pata což je přechod mezi mechem a tlejícím dřevem nebo pařezem. Mikrostanoviště vegetace v tomto případě Avenella flexuosa nebyla brána v potaz kvůli velmi nízké četnosti. Mikrostanoviště u některých jedinců nebylo zjištěno, proto se celkové součty mírně liší od součtů v tabulce s mortalitou.

Nejvyšší průměrné roční přírůsty vykazuje mech, nejmenší přírůsty má pahýl, ale dalo by se říct, že se přírůsty na jednotlivých mikrostanovištích výrazně neliší.

## Výškové třídy na TVP4

Jedinci byli rozděleny podle výšky (po 20 cm) do jednotlivých výškových tříd. U každé třídy byla zaznamenána věk a mortalita.



**Graf č. 4** Četnost výškových tříd na TVP4

Z grafu č. 4 je zřejmé, že druhá výšková třída (21-40cm) je nejvíce zastoupena. V grafu nejsou obsaženy všechny výškové třídy z důvodu jejich nízkého zastoupení.

Výšková třída	Počet jedinců	Věk	Přírůst (mm)
0-20	180	10	13
21-40	296	13	24
41-60	154	13	46
61-80	44	12	70
81-100	26	14	110
101-120	14	-	151
121-140	5	-	224
141-160	3	-	291
Celkem	722		

**Tabulka 11** Počet jedinců, průměrný věk a průměrný roční přírůst výškových tříd na TVP4

Tabulka č. 11, která znázorňuje počet, průměrný věk a průměrný roční přírůst jednotlivých výškových tříd. Od šesté výškové třídy nebyl věk zaznamenáván

z důvodu nepřesnosti při jeho zjišťování. Z tabulky je jasné, že rozdíly věku výškových tříd nejsou velké, za to rozdíly v průměrných ročních přírůstcích jsou znatelné. Z toho vyplývá, že heterogenita výškové struktury se zvětšuje.

### 3.3 Trvalá výzkumná plocha č. 5

#### Zastoupení dřevin na TVP5

Dřevina	$\Sigma$	Hektarové počty	Zastoupení
JR	10	1000	1,60
SM	612	57600	97,76
JD	4	400	0,64
Celkem	626	59000	100,00

**Tabulka 12** Procentické zastoupení jedinců a jejich hektarové počty na TVP 5

Na této výzkumné ploše se vyskytuje k obvyklému jeřábu a smrku i velmi řídkce jedle (tabulka č. 12). Jinak zde opět s výraznou převahou smrk, stejně jako na ostatních plochách. Hektarové počty jsou srovnatelné s TVP4. Původ dřevin je stejný jako z minulých ploch.

Dále jsem ověřoval pravost této hypotézy: Druhové složení proporčně odpovídá druhovému složení odumřelého stromového patra. Tu to hypotézu jsem ověřoval pomocí  $\chi^2$  (chí)- kvadrát testu normálního rozdělení.

Dřevina	O	E	(O-E) <sup>2</sup> /E
JR	10	0	0
SM	612	626	0,0332
JD	4	0	0
		T	0,0332

**Tabulka 13** Výsledky chí- testu na TVP 5

$$\chi^2(\alpha 0,01) = 9,21$$

$$T > \chi^2$$

$$0,0332 > 9,21$$



$0,0332 > 9,21 \rightarrow$  Neplatí, hypotézu na hladině pravděpodobnosti 99% nelze zamítnout.

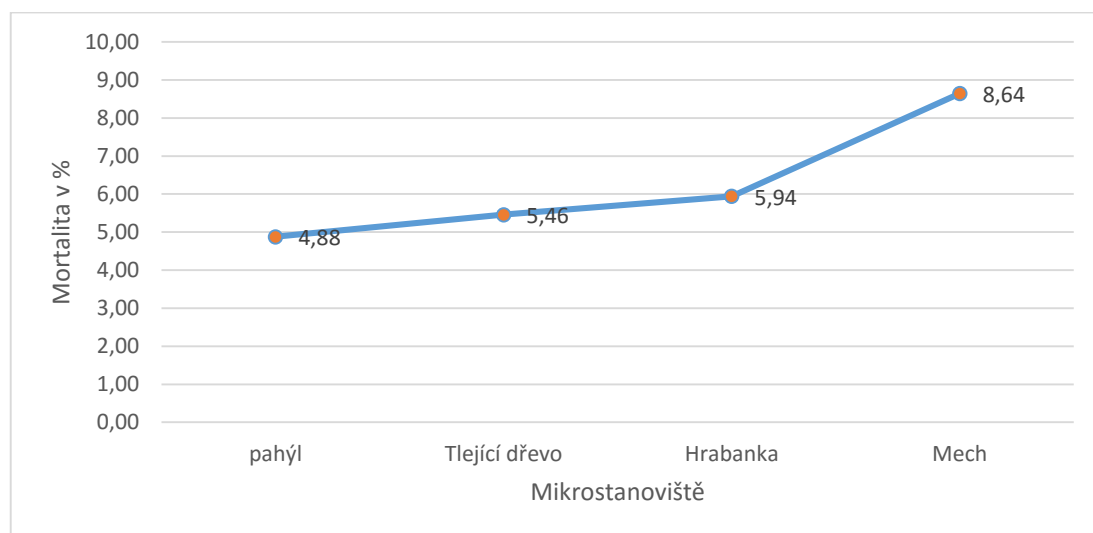
Na této ploše není dostatek procentického zastoupení jiných dřevin než smrku, abychom mohli tuto hypotézu vyvrátit.

### Mortalita na TVP5

Dřevina	Živí	Uhynulí	$\Sigma$	Mortalita %
JR	10	0	10	0,00
SM	576	36	612	5,88
JD	4	0	4	0,00
Celkem	590	36	626	5,75

Tabulka 14 Mortalita podle zastoupení dřevin na TVP5

Na první pohled bychom mohli říci, že se jedli a jeřábu na této ploše daří (tabulka č. 14), ale bohužel jejich četnost není dost vysoká, abychom měli toto tvrzení ověřené. Největší vliv na mortalitu má výška jedince, vnější činitelé, kterými jsou, okus, korovnice, nedostatek vláhy a konkurence s dalšími jedinci (kompetice). V některých případech je příčina úmrtí špatně dohledatelná.



Graf č. 5 Mortalita jedinců podle mikrostanovišť na TVP5

Tento graf č. 5 zachycuje mortalitu na jednotlivých stanovištích na výzkumné plochy č. 5. Z grafu je zřejmé, že mortalita mezi mikrostanovišti na rozdíl od ostatních ploch příliš neliší, až na mech je rozdíl mortality asi méně než 1%. Mech i v tomto případě má mortalitu kolem 8%.

Výšková třída	Živí	Uhynulí	Σ	Mortalita
0-20	90	15	105	14,3
21-40	180	13	193	6,7
41-60	117	4	121	3,3
61-80	53	0	53	0,0
81-100	31	0	31	0,0

Tabulka 15 Mortalita výškových tříd na TVP5

Dalším faktorem ovlivňující mortalitu jedinců je jejich výška. Mortalitu jednotlivých tříd vyjadřuje tato tabulka č. 15. Mortalita se snižuje o několik procent v každé výškové třídě a od 4. výškové třídy mortalita mizí úplně. Hlavním důvodem je odrůst buřeni a okusu.

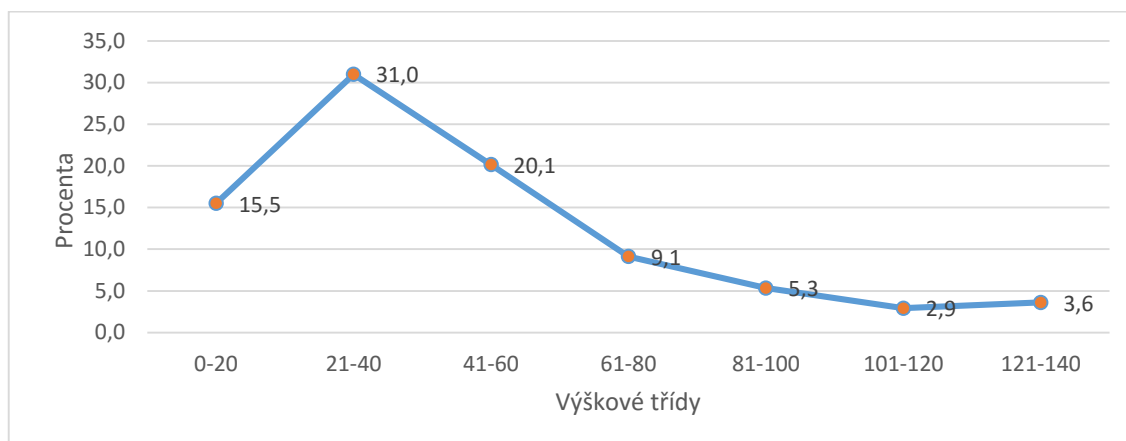
### Mikrostanoviště

Stanoviště	Živí	Uhynulí	Σ	Mortalita	%	Přírůst (mm)
Avenella flexuosa	2	0	2	0	0,32	15
Hrabanka	190	12	202	5,94	32,48	70
Tlející dřevo	277	16	293	5,46	47,11	33
Mech	74	7	81	8,64	13,02	70
pahýl	39	2	41	4,88	6,59	32
Σ	585	37	622	5,95	100,00	51

Tabulka 16 Četnost mikrostanovišť, jejich procentické zastoupení a mortalita na TVP 5

Z této tabulky č. 16, která zobrazuje mikrostanoviště na TVP5, můžeme vyčíst jak procentické zastoupení jednotlivých mikrostanovišť tak jejich mortalitu a přírůst. Je zřejmé, že nejvyšší přírůsty na této ploše vykazují jedinci na hrabance a mechu. Na mechu je zároveň nejvyšší mortalita. Celkové součty se opět drobně liší s jinými tabulkami z této plochy, důvodem bylo, že u některých jedinců nebylo zjištěno stanoviště.

## Výškové třídy



**Graf č. 6** Četnost výškových tříd na TVP5

Z grafu č. 6 je zřejmé, že na této ploše je více výškových tříd než na ostatních plochách. Dále se tato plocha liší od ostatních relativně nízkým zastoupením první výškové třídy (0-20 cm). Nejvíce zastoupena je opět druhá výšková třída (20-40 cm).

Výšková třída (cm)	Počet	Věk	Přírůst (mm)
0-20	90	10	58
21-40	180	13	18
41-60	117	13	33
61-80	53	11	50
81-100	31	-	72
101-120	17	-	62
121-140	21	-	151
141-160	19	-	124
161-180	10	-	179
181-220	20	-	147
221-260	13	-	242
261-300	6	-	218
301+	4	-	263
Celkem	581		

**Tabulka 17** Počet jedinců, průměrný věk a průměrný roční přírůst výškových tříd na TVP5

Tabulka č. 17 znázorňuje jednotlivé výškové třídy jejich počet, průměrný věk a průměrné roční přírůsty. Z výsledků je zřejmé, že druhá výšková třída má oproti jiným plochám velmi nízké přírůsty. Naopak první třída vykazuje znatelně vyšší průměrné přírůsty oproti ostatním plochám. Dále můžeme pozorovat více výškových tříd, než na ostatních plochách. Přírůsty jednotlivých ploch se liší a od páté se značně zvyšují. Můžeme tedy říci, že heterogenita výškové struktury se bude časem zvyšovat.

### 3.4 Trvalá výzkumná plocha č. 6

#### Zastoupení na TVP6

Dřevina	$\Sigma$	Zastoupení	Hektarové počty
JR	59	5,00	4720
SM	1120	95,00	89600
Celkem	1179	100,00	94320

Tabulka 18 Procentické zastoupení jedinců na TVP6

Na TVP 6 je počet jedinců na hektar nejvyšší ze všech výzkumných ploch (tab. č. 18). Je zde v malé míře zastoupen i jeřáb jinak stále převládá ve většině smrk. Plocha, kterou zaujímá jeden v průměru jeden jedinec je 0,10 m<sup>2</sup>, to je velice málo.

Dále jsem ověřoval pravost hypotézy, která zní: Druhové složení proporčně odpovídá druhovému složení odumřelého stromového patra. Její pravost jsem ověřoval pomocí jednoduchého  $\chi^2$  (chí) testu normálního rozdělení.

Dřevina	O	E	(O-E) <sup>2</sup> /E
JR	59	0	0
SM	1120	1179	2,95
		T	2,95

Tabulka 19 Výsledky chí- testu na TVP6

$$\chi^2(\alpha 0,01) = 6,635$$

$$T > \chi^2$$

2,95 > 6,635 → Neplatí, hypotézu na hladině pravděpodobnosti 99% nelze zamítnout.

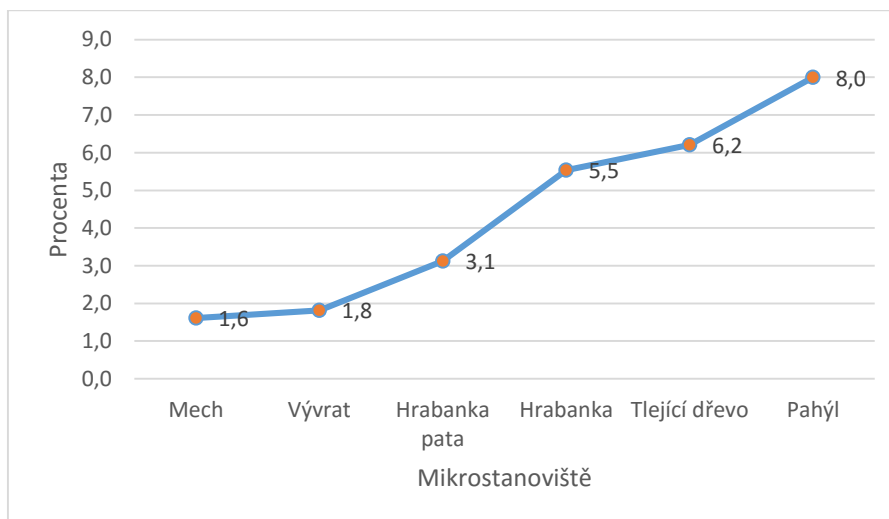
Díky tomuto testu můžeme říci, že ač přibyl do dřevinné skladby jeřáb jeho, počty nejsou tak veliké, abychom mohli hypotézu vyvrátit.

## Mortalita na TVP6

Dřevina	Živí	Uhynulí	Σ	Mortalita %
JR	59	4	63	6,35
SM	1120	76	1196	6,35
Σ	1179	80	1259	6,35

**Tabulka 20** Mortalita jedinců podle zastoupení dřevin na TVP6

Na této ploše je mortalita nepatrně vyšší než na ostatních plochách (Tab. 20). Jeřáb i smrk jsou na tom s mortalitou stejně. Na této ploše je nejčastějším faktorem, který mortalitu ovlivňuje výška jednotlivých jedinců, okus a kompetice dalších jedinců a mikrostanoviště.



**Graf č. 7** Mortalita jedinců podle mikrostanovišť

Mortalita na jednotlivých mikrostanovištích se od ostatních ploch výrazně liší (graf č. 7). Na ostatních plochách je největší mortalita na mechu, zatímco na TVP6 je mortalita na tomto mikrostanovišti nejnižší. V tomto případě je nejvyšší mortalita na pahýlu (kláda kratší než 2 m). Jinak oproti jiným plochám nám zde přibyl vývrát.

Výšková třída	Živí	Uhynulí	Σ	Mortalita
0-20	64	28	92	30,43
21-40	407	27	434	6,22
41-60	303	4	307	1,30
61-80	152	2	154	1,30
81-100	108	1	109	0,92
101-120	49	0	49	0,00

**Tabulka 21** Četnost mikrostanovišť, jejich procentické zastoupení a mortalita na TVP6

Na této ploše je výrazně vyšší mortalita u první výškové třídy (0-20cm), než na ostatních plochách. Mortalita na této ploše zasahuje i výškové třídy, u kterých se na ostatních plochách nevyskytovala.

#### Mikrostanoviště na TVP6

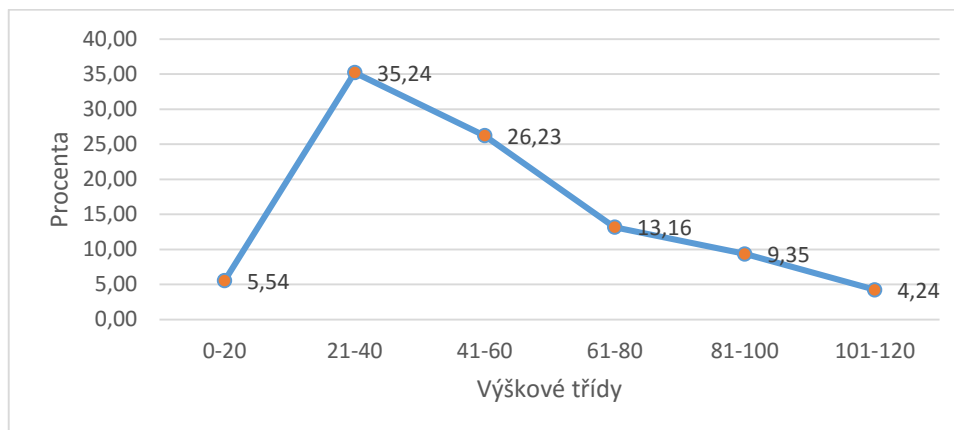
Stanoviště	živých	mrtvých	Počet	Mortalita	%	Přírůst (mm)
Avenella flexuosa	1	1	2	50,0	0,2	72
Hrabanka	290	17	307	5,5	24,8	70
Hrabanka pata	93	3	96	3,1	7,7	78
Tlející dřevo	574	38	612	6,2	49,4	71
Mech	61	1	62	1,6	5,0	55
Mech pata	5	0	5	0,0	0,4	37
Pahýl	92	8	100	8,0	8,1	38
Vývrát	54	1	55	1,8	4,4	40
Celkem	1170	69	1239	5,6	100,0	58

**Tabulka 22** Četnost mikrostanovišť jejich procentické zastoupení a mortalita na TVP6

Z tabulky č. 22, která vyjadřuje poměry na jednotlivých mikrostanovištích. Procentické zastoupení jednotlivých mikrostanovišť se výrazně neliší od ostatních výzkumných ploch. Nejvyšší průměrný přírůst vykazuje hrabanka pata (přechod mezi hrabankou a mrtvým dřevem) a nejnižší přírůst pro tuto výzkumnou plochu byl na pahýlu. Celkové

počty se drobně liší od celkových součtů v tabulce s mortalitou, je to způsobeno tím, že u všech jedinců nebylo zjištěno mikrostanoviště.

### Výškové třídy na TVP6



**Graf č. 8** Procentické zastoupení výškových tříd na TVP6

Na grafu č. 8 je vidět, velký rozdíl procentického zastoupení první výškové třídy od ostatních výzkumných ploch. Další výškové třídy se v tomto ohledu od ostatních ploch neliší.

Výšková třída	Počet	Věk	Přírůst (mm)
0-20	64	10	14
21-40	407	14	22
41-60	303	14	47
61-80	152	14	94
81-100	108	15	140
101-120	49	17	178
121-140	34	15	234
141-160	23	-	253
160-200	10	-	310
201+	5	-	395
Celkem	1155		

**Tabulka 23** Četnost výškových tříd, jejich průměrný věk a přírůst

Tato tabulka zobrazuje jednotlivé výškové třídy na TVP6, jejich početnost průměrný, věk a průměrný roční přírůst. Na této ploše se průměrné roční přírůsty s každou

výškovou třídou zvyšují. Naopak průměrný věk výškových tříd se příliš neliší, je tudíž zřejmé, že heterogenita výškové struktury zvyšuje.

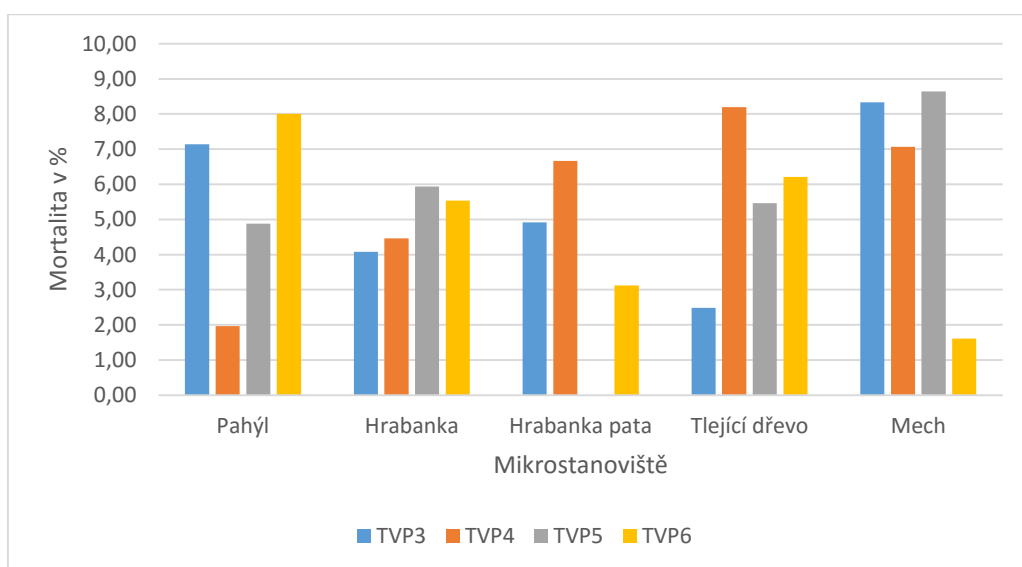
### 3.5 Shrnutí výsledků jednotlivých výzkumných ploch

Zkusné plochy	Počet jedinců	Smrk %	Jeřáb %	Jedinci/ha	Mortalita %
TVP 3	799	93,87	6,13	63920	5,1
TVP 4	749	98,99	1,01	59920	5,8
TVP 5	585	97,76	1,60	47200	5,8
TVP 6	1170	95,00	5,00	94320	6,35

**Tabulka 24** Počty jedinců, procentické zastoupení, hektarové počty a mortalita

Z tabulky č. 24 je zřejmé, že počty jedinců na TVP3 a TVP4 jsou v podstatě stejné. Výzkumná plocha č. 6 má dvojnásobně jedinců více jedinců než TVP5, která z těchto ploch má jedinců nejméně. Procentické zastoupení smrku a jeřábu na jednotlivých výzkumných plochách se liší v řádech jednotek procent. Mortalita se liší v řádech desetin procent. Plocha s nejvyšší mortalitou je TVP6, která má i nejvíce jedinců.

### Mortalita



**Graf č. 9** Mortalita mikrostanovišť na jednotlivých TVP



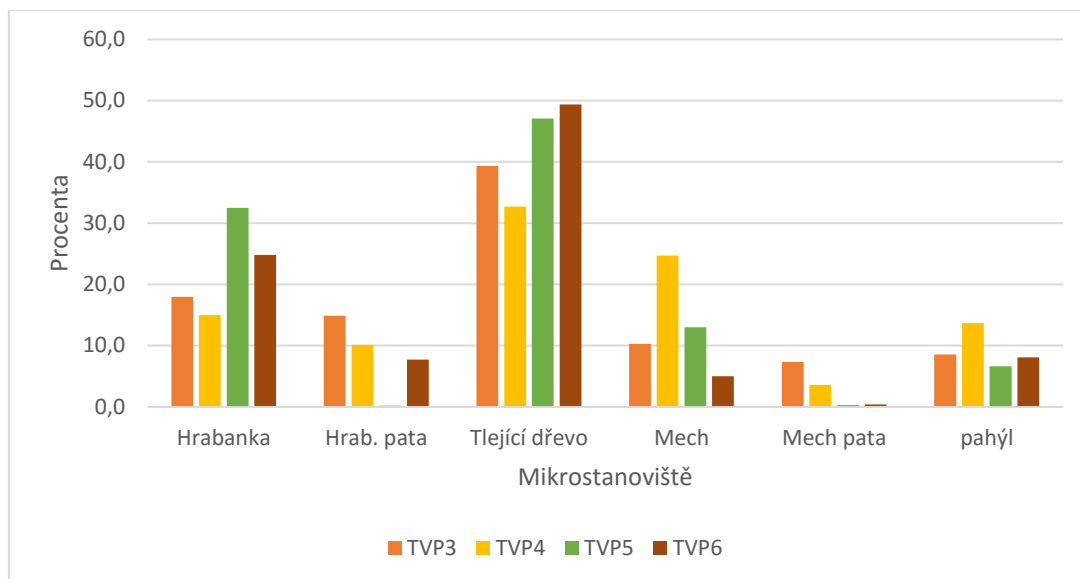
V grafu č. 9 nejsou obsažena všechna mikrostanoviště z důvodu jejich nízké početnosti. Nejvyšší mortalitu vykazuje mech až na TVP6, kde byl v nízkém zastoupení, tudíž tento fakt není směrodatný. Nejvíce stejnorodá mortalita je na hrabance, kde se pohybuje okolo 5 % na ostatních mikrostanovištích je mortalita variabilní.

<b>Mortalita výškových tříd</b>				
<b>Výšková třída</b>	<b>TVP3</b>	<b>TVP4</b>	<b>TVP5</b>	<b>TVP6</b>
0-20	9,12	13,04	14,29	30,43
21-40	1,83	1,99	6,74	6,22
41-60	0,71	0,00	3,31	1,30
61-80	0,00	0,00	0,00	1,30
81-100	0,00	0,00	0,00	0,92
101-120	0,00	0,00	0,00	0,00
121-140	0,00	0,00	0,00	0,00
141+	0,00	0,00	0,00	0,00

**Tabulka 25** Mortalita výškových tříd na jednotlivých TVP

Z tabulky č. 25 je zřejmé, že obecně je mortalita nejvyšší v první výškové třídě (0-20 cm). Na TVP6 je v této třídě mortalita nejvyšší a naopak na TVP3 je odumřelých jedinců nejméně. Mortalita na TVP4 a TVP5 se liší pouze o 1%. V další výškové třídě (21-40 cm) mortalita velmi poklesla na TVP3 a TVP4 na 2%. Na dalších dvou plochách se mortalita pohybuje mezi 6-7 %. Ve třetí výškové třídě je mortalita pouze 0,7-1,3 % na TVP5 je vyšší 3,31%. V dalších výškových třídách odumírání jedinců až na TVP6 neprobíhá.

## Mikrostanoviště



**Graf č. 10** Procentické zastoupení mikrostanovišť na jednotlivých TVP

Na tomto grafu č. 10, který znázorňuje procentické zastoupení mikrostanovišť. Procentické zastoupení jednotlivých mikrostanovišť je poměrně stejnorodé. Nejvíce je zastoupeno tlející dřevo, které na TVP6 tvoří, až 50% z celkového počtu. Dalšími více se vyskytujícími mikrostanovišti je hrabanka a mech. Další mikrostanoviště jsou obvykle zastoupena pouze do 10%. V tomto grafu nebyla zahrnuta mikrostanoviště vegetace (*Avenella flexuosa*, *Oxallis acetosella*), kvůli jejich nízkému zastoupení do 1%.

## Průměrné roční přírůsty

Průměrné roční přírůsty na jednotlivých mikrostanovištích (mm)				
Stanoviště	TVP3	TVP4	TVP5	TVP6
Avenella flexuosa	49	11	15	72
Hrabanka	57	32	70	70
Hrabanka pata	57	39	129	78
Tlející dřevo	51	38	33	71
Mech	68	41	70	55
Mech pata	67	30	108	37
pahýl	91	26	32	38
Oxalis acetosella	32			0
Vývrat	56			40

**Tabulka 26** Průměrné roční přírůsty mikrostanovišť na jednotlivých TVP

V této tabulce č. 26, který nám znázorňuje průměrné roční přírůsty na jednotlivých mikrostanovištích, můžeme vidět, že se přírůsty mezi mikrostanovišti výrazně neliší. V tabulce můžeme vidět přírůsty vyšší, je to způsobeno jejich nízkou početností na ploše, tudíž jejich přírůsty nejsou směrodatné.

Průměrné roční přírůsty v jednotlivých výškových třídách				
Výšková třída	TVP3	TVP4	TVP5	TVP6
0-20	17	13	58	14
21-40	37	24	18	22
41-60	68	46	33	47
61-80	97	70	50	94
81-100	143	110	72	140
101-120	163	151	62	178
121-140	205	224	151	234
141+	263	291	196	281

**Tabulka 27** Průměrné roční přírůsty výškových tříd na jednotlivých TVP

Z tabulky č. 27 je patrné, že výškové přírůsty závisí na výšce jedince. To znamená, že čím je jedinec vyšší, tím rychleji přirůstá a to způsobuje výškovou rozrůzněnost. Výrazně vyšší přírůst v první výškové třídě oproti ostatním plochám má TVP5. Od čtvrté až páté výškové třídy mají vyšší přírůsty TVP3 a TVP6 a od šesté výškové třídy má TVP6 průměrné roční přírůsty nejvyšší.

#### Variabilita početnosti jedinců

Čtverečky (0,5x0,5 m) nejvyšší početností a jejich mortalita				
Číslo čtverečku	Živých	Uhynulých	Celkem	Mortalita
44	38	3	41	7,32
100	17	2	19	10,53
55	17	1	18	5,82
68	17	1	18	5,6

Tabulka 28 Mortalita ve čtverečkách s nejvyšším počtem jedinců

V tabulce č. 28 vidíme čtverečky s největší početností a jejich mortalitu. Z těchto hodnot je zřejmé, že ke kompetici mezi jedinci nedochází i přes velký počet jedinců vyskytujících se na malé ploše. Mortalita ve čtverečku (0,5x 0,5 m) s nejvyšším počtem jedinců se příliš nelišila od ostatních čtverečků i přesto, že ve čtverečku s nejvyšší četností bylo dvojnásobně více jedinců.

#### Úbytek ploch s dřevinami

Mortalita v jednotlivých čtvercích (5x5 m)				
Číslo čtverce	Počet	Mrtvých	Živých	Mortalita
Čtverec 53	304	44	260	14,47
Čtverec 23	268	27	241	10,07
Čtverec 62	236	27	209	11,44
Čtverec 32	33	4	29	12,12
Čtverec 67	65	3	62	4,62
Čtverec 66	53	3	50	5,66
Čtverec 34	30	2	28	6,67

Tabulka 29 Mortalita ve čtvercích s nejvyšším počtem jedinců a s nejnižším počtem

V této tabulce č. 29 vidíme, že mortality jednotlivých čtverečků se příliš neliší i přes velký rozdíl mezi četnosti jedinců v jednotlivých čtvercích. Čtverec 53,23,62 měli nevyšší počet jedinců a 67,66,34 počet nejnižší. Z této tabulky vyplývá, že nevnikají nové plochy bez dřevin.

### Průměrný věk jednotlivých výškových tříd

Průměrný věk výškových tříd				
Výšková třída	TVP3	TVP4	TVP5	TVP6
0-20	9	10	10	10
21-40	12	13	13	14
41-60	14	13	13	14
61-80	14	12	11	14
81-100	14	14	-	15
101-120	-	-	-	17
121-140	-	-	-	15

Tabulka 30 Průměrný věk výškových tříd jednotlivých TVP

Z tabulky č. 30 můžeme vidět, že průměrný věk jedinců na jednotlivých plochách je 9 let a více. U některých výškových tříd nebyl věk zjišťován z důvodu vyššího věku

## 4 Diskuze

Díky monitorování přirozené obnovy na trvalých výzkumných plochách na trojmezí, které probíhá již téměř 10 let, můžeme sledovat, jaké faktory ovlivňují přirozenou obnovu v horské smrkovém lese. Tento výzkum přirozené obnovy začal ještě před disturbancí, která proběhla na Trojmezí v roce 2008 (Zenáhlíková et al. 2011)

### 4.1 Věk jedinců

Věk jedinců na jednotlivých plochách byl zjišťován v roce 2008 metodou počítání přeslenů. U starších jedinců se věk neuváděl z důvodu nepřesnosti měření. Věk jedinců na jednotlivých zkusných plochách není nižší, než 9 let z toho vyplývá, že nejmladší jedinci se uchytili v roce 2007, ještě před narušením horního stromového patra.

Stejně tomu bylo i po velké disturbanci na konci 19. století, kdy bylo odstraněno horní stromové patro, porost se obnovil z banky přirozeného zmlazení, které se uchytilo v porostu ještě před odstraněním stromového patra. (Svoboda,2009)

## **4.2 Zastoupení dřevin**

Z historických pramenů je zřejmé, že před velkou větrnou kalamitou, kterou následovalo přemnožení kůrovce, bylo v horním stromovém patře 100% zastoupení smrku. Tyto porosty dosahovaly 140 let věku. Tyto informace se získávaly ze starých hospodářských plánů (Svoboda 2009). Po velkém narušení porostů se druhová skladba příliš nezměnila, sice přibýly pionýrské dřeviny, jako je jeřáb a bříza, ale jejich zastoupení bylo oproti smrku minoritní. Ve 20. století se příliš do porostů nezasahovalo hlavně po druhé světové válce, kdy se porosty ocitly v pohraničním pásmu. Svoboda 2009, Zenáhlíková 2011 uvádějí, že zastoupení smrku v horním stromovém patře byl 100%.

Dřevinné zastoupení na jednotlivých plochách, které bylo zjištěno v rámci této práce, se shoduje se Zenáhlíkovou 2011, která uvádí 3% zastoupení jeřábu a 97% zastoupení smrku.

Dále bylo zjišťováno, zdali druhové složení proporčně odpovídá proporčně druhovému složení odumřelého stromového patra. Z prováděného chí testu vyplynulo, že druhové složení přirozené obnovy odpovídá druhovému složení stromového patra. V horním stromovém patře sice nebyl jeřáb, ale v přirozené obnově jeho výskyt nebyl natolik vysoký, abychom mohli tvrdit, že složení přirozené obnovy neodpovídá složení stromového patra.

## **4.3 Variabilita výškové struktury**

Důkazem o zvyšující se variabilitě přirozené obnovy jsou jednotlivé přírůsty výškových tříd. Ty nejvyšší jedinci mají vysoké přírůsty a naopak. To znamená, že každým rokem se rozdíl výšek jedinců mezi výškovými třídami zvyšuje.

Tyto velké rozdíly v přírůstu mezi jednotlivými výškovými třídami je také způsoben přístupem ke světlu. Vyšší jedinci nejsou omezováni žádným zástínem, tudíž mají dobrý přístup ke světlu vyšší, než jedinci menšího vzrůstu, kteří se musí potýkat se zastíněním (Ulbrichová et al. 2009).

Průměrné roční přírůsty v rámci mikrostanovišť se příliš nelišily, přírůsty nebyly jednotlivými mikrostanovišti příliš ovlivňovány.

#### 4.4 Mortalita

Mezi jednotlivými výzkumnými plochami nebyli příliš velké rozdíly v mortalitě. Rozdíly mezi plochami byli v jednotkách procent.

Nejvíce mortalitou trpí jedinci, kteří se vyskytují v první výškové třídě (0-20 cm). Jedinci z této výškové třídy trpí až 4x vyšší mortalitou než jedinci v dalších výškových třídách. Na přežívání malých semenáčků mají největší vliv světelné poměry, vnitrodruhová kompetice, konkurence přízemní vegetace, tyto faktory vedou k odumírání mladých jedinců. Z výsledků je zřejmé, že relativně funkční základ nové generace lesa jsou jedinci, kteří dosahují alespoň 20 cm výšky (Ulbrichová et al. 2009). Vyšší semenáčky mají nižší citlivost k suchu a jsou úspěšnější v konkurenci o světlo a živiny. Díky těmto výhodám mají i lepší vitalitu a tím i vyšší šanci přežít různá poškození, například okus zvěří. (Zenáhlíková et al. 2011)

Výška jedinců není jediným faktorem, který mortalitu ovlivňuje. Dalším faktorem je mikrostanoviště výskytu (KUPFERSCHMID et al. 2006 in Zenáhlíková et al. 2011). Nejvyšší mortalita byla na mechu a tlejícím dřevě. Tlející dřevo má výborné vlastnosti pro přirozenou obnovu, dobré vlhkostní podmínky, dříve dochází k od tání sněhu, chrání obnovu před konkurencí vegetace a před pohyby sněhu. Důvodem vyšší mortality jedinců na tlejícím dřevě by mohlo být vyšší preference zmlazení a tím i vyšší hustota jedinců na těchto mikrostanovištích. Tím, že na tlejícím dřevě je vysoká konkurence, dochází zde k vnitrodruhové kompetici a k zvýšenému zastínění a strádání malých jedinců.

Dalším mikrostanovištěm s vyšší mortalitou je mech. Mechorosty jsou příznivé na vyklíčení semenáčků, hlavně z důvodu dobré schopnosti získávat vodu z atmosféry a jejich velké kapilární síle, proto vytvářejí vhodné vlhkostní prostředí pro vyklíčení semenáčků. Mechorosty jsou sice dobrým substrátem pro vyklíčení semenáčků, avšak nejsou dobrým substrátem pro jejich následné přežívání. (Zenáhlíková et al. 2011) Hlavním důvodem může být výskyt mechorostů na nepříznivých místech například, porostlé kameny, mělká půda, podmáčená místa (Janda et al. 2007). Dále se vyšší mortalita vyskytovala i na pahýlu. Pahýl se jeví jako

dobré mikrostanoviště, které je ihned obsazeno, důvody jeho vyšší mortality jsou stejné jako u tlejícího dřeva.

Dále hrabanka se jeví jako dobré mikrostanoviště pro přirozenou obnovu. Mortalita na tomto mikrostanovišti je nejnižší. Mortality na hrabance se na jednotlivých plochách příliš nelišili. Výsledky této studie potvrzují tvrzení dalších autorů (JONÁŠOVÁ & PRACH 2004; HUNZIKER & BRANG 2005; BAIER et al. 2007), že hrabanka je příznivý substrát pro přirozenou obnovu a naopak rozchází se se Zenáhlíkovou 2011, která ve své práci zjistila, zvýšenou mortalitu jedinců do 10 cm na hrabance. Mikrostanoviště ovlivněné vegetací se ukázalo jako nejméně příznivé, početnost jedinců na vegetaci byl nejnižší. Smrk v tvrdých horských podmínkách špatně snáší konkurenci vegetace (Janda et al. 2007)

#### 4.5 Početnost

Hustoty zmlazení se na jednotlivých výzkumných plochách lišily. Hektarové počty na jednotlivých výzkumných plochách byly velmi vysoké, průměr ze všech ploch činil 69290 jedinců na hektar. To znamená, že na jednoho jedince připadá v průměru 0,144 m<sup>2</sup>. Z tohoto výsledku je patrné, že jedinci jsou na ploše velmi stísněny. Navíc jedinci nejsou na plochách rozmístěni rovnoměrně a některá mikrostanoviště preferují více (Zenáhlíková 2011; Ulbrichová 2009). V místech kde je vysoký počet jedinců na malé ploše může docházet k vnitrodruhové konkurenci a samoproředování. ( Zenáhlíková 2012)

Pro analýzu byli použity čtverečky s nejvyšším počtem jedinců, u kterých byla následně vypočtena mortalita. Z výsledků je patrné, že kompetice mezi jedinci není příliš výrazná ve čtverečku, ve kterém bylo 42 jedinců (tzn. 0,006 m<sup>2</sup> na jednoho jedince) byla mortalita pouze 7,32 %. V dalších dvou nejpočetnějších čtverečcích bylo pouze 17 jedinců. Mortalita v těchto čtverečcích je velmi rozrůzněná, v prvním čtverečku je 10,53 % a pouze 5,82 %. Z toho vyplývá, že se variabilita početnosti jedinců na jednotlivých plochách snižuje, ale vnitrodruhová kompetice není tou hlavní příčinou.



## 4.6 Vznik nových ploch bez dřevin

Jak nízká mortalita jedinců naznačuje, na trvalých výzkumných plochách se nevytvářejí nové plochy bez dřevin. Pro ověření této hypotézy se provedla analýza jednotlivých čtverců (5x5 m) u každého z nich byla zjištěn počet jedinců a mortalita. Poté byla mortalita jedinců v jednotlivých čtvercích porovnána mezi sebou. Zjistilo se, že v žádném čtverci nedošlo k výraznému úbytku jedinců. Z těchto výsledků vyplývá, že čtyři roky po disturbanci horního stromového patra nevznikli na lokalitě nové plochy bez dřevin.

## 5 Závěr

Tato práce se zabývala stavem a vývojem přirozené obnovy v horském smrkovém lese 7 let po odumření horního stromového patra, vlivem gradace lýkožrouta smrkového. Cílem této práce bylo zhodnotit mortalitu, početnost, dřevinné zastoupení a původ přirozené obnovy na Trojmezí. Nejmladší jedinci se uchytili v roce 2007, to znamená, že jedinci se na ploše objevili rok před narušením horního stromového patra. Druhové složení stromového patra proporcčně odpovídá druhovému složení přirozené obnovy, i přestože v horním stromovém patře nebyl jeřáb, ale procentické zastoupení jeřábu není natolik vysoké, abychom mohli tvrdit, že složení stromového patra neodpovídá druhovému složení přirozené obnovy. Heterogenita výškové struktury se časem zvyšuje. Důvodem je, že jedinci vyššího vzrůstu mají lepší přístup ke světlu a tím rychleji přirůstají než jedinci nižšího vzrůstu, kteří musí čelit konkurenci jak ze strany vegetace, tak ze strany ostatních jedinců. Výška jedince nerozhoduje jen o přírůstu, ale také o mortalitě. Nejvyšší mortalita byla zjištěna u jedinců menších než 20 cm, ale nebylo zjištěno, že by na vině byla vnitrodruhová kompetice. Vnitrodruhová kompetice pouze jedince oslabí, zpomalí jeho přírůst a díky jeho snížené vitalitě má nižší šanci na přežití při poškození například okusem nebo korovnicí. Dalším faktorem, který ovlivňuje mortalitu, bylo mikrostanoviště výskytu. Nejvyšší mortalita byla na mechu a mrtvém dřevě. Na mrtvém dřevě byla mortalita vyšší hlavně z důvodu vysoké hustoty jedinců na tomto mikrostanovišti. Na všech trvalých výzkumných plochách od narušení horního stromového patra nebyl zjištěn vznik nových ploch bez dřevin.

## 6 Seznam literatury a použitých zdrojů

1. BAČE R, JANDA P., SVOBODA M. (2009): Vliv mikrostanoviště a horního stromového patra na stav přirozené obnovy v horském smrkovém lese na Trojmezí str. 67,68
2. HAIS J., LANGHAMMER J., JIRSOVÁ P., DVOŘÁK L (2008): Dynamics of Forest Disturbance in Central Part of the Šumava Mountains between 1985 and 2007 Based on Landsat TM/ETM+ Satellite Data str. 43, 44
3. JANDA P., BAČE R., SVOBODA M. (2010): Věková a prostorová struktura horského smrkového lesa v I. zóně „Trojmezí“ v NP Šumava
4. KINDELMAN P., MATĚJKA K., DOLEŽAL P. (2012): Lesy Šumavy, Lýkožrout a ochrana přírody STR. 14
5. KUPKA I, ULBRICHOVÁ I., REMEŠ J (2007): Rešerše k problematice obnovy horských lesů
6. MIŠUREC J., ŠTEFANOV E. (2009): Využití GIS v procesu detekce lesních požárů velkého měřítka, str. 1
7. MODLINGER R., HOLUŠA J., LIŠKA J., KNÍŽEK, (2009): Stav populace lýkožrouta smrkového *Ips typographus* (L.) v NPR Žofínský prales, str. 143
8. MUSIL I. (2003): Lesnická dendrologie 1- nahosemenné dřeviny
9. MUSIL I. (2005): Lesnická dendrologie 2- krytosemenné dřeviny
10. PODRÁZSKÝ V. (2007): Dynamika a management lesních ekosystémů
11. SCHNEIDER J., KUPEC P., VYSKOT I., SMÍTKA D., FIALOVÁ J. DOMOKOŠOVÁ K. (2003): Vliv větrných kalamit na lesní ekosystémy přírodní rezervace holý kopec, str. 1
12. SLÁVIK (2004): Lesnická dendrologie, str. 6
13. SVOBODA M. (2005): Struktura horského smrkového lesa v oblasti Trojmezí ve vztahu k historickému vývoji a stanovištním podmínkám
14. SVOBODA M (2007): Les ve druhé zóně v oblasti Trojmezí není hospodářskou smrčínou: změní se management dřívě, než vznikne rozsáhlá asanovaná plocha? Str. 172

15. SVOBODA M., ZENÁHLÍKOVÁ J. (2009) Historický vývoj a současný stav lesa v NP Šumava kolem „Kalamitní svážnice“ v oblasti Trojmezné. Str. 77, 78, 82
16. SVOBODA M. (XX) Mrtvé dřevo – přehled dosavadních poznatků, str. 2
17. SVOBODA P. (1954): Lesní dřeviny a jejich porosty
18. ŠIŠÁK L. (2005): Škody a újmy působené lesními požáry, vyjadřované v rámci státní správy v České republice, str. 69
19. ULBRICHOVÁ I, REMEŠ J., ŠTÍCHA V. (2009): Vyhodnocení přirozené obnovy smrku NP Šumava
20. VALENTA M (2007): Čtvrtletník NP Šumava 2007 Orkán Kyrill – „katastrofa“ století?
21. VACEK S. a kol. (2003): Horské lesy České republiky
22. 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 Trojmezné v Národním parku Šumava
23. ZENÁHLÍKOVÁ (2012): Přirozený vývoj horských lesů po rozsáhlých disturbancích, STR. 34