

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

KATEDRA EKOLOGIE LESA

FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ



**Klíčení a mortalita smrku ztepilého na ležících  
kmenech**

DIPLOMOVÁ PRÁCE

Vedoucí práce: Ing. Radek Bače, Ph.D.

Autor práce: Bc. Kristýna Martinková

Rok vydání: 2015

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Katedra ekologie lesa

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ DIPLOMOVÉ PRÁCE

Bc. Kristýna Martinková

Aplikovaná ekologie

Název práce

**Klíčení a mortalita smrku ztepilého na ležících kmenech**

Název anglicky

**Germination and mortality of Norway spruce on lying logs**

---

### Cíle práce

Cílem práce bude ověřit platnost následujících hypotéz

- (1) Klíčení a mortalita jedinců smrku ztepilého nezávisí na vlastnostech ležících kmenů.
- (2) Počet uchycených semenáčků během prvního letního období nezávisí na studovaných vlastnostech ležících kmenů.
- (3) Mortalita semenáčků v pozdějších letech nezávisí na studovaných vlastnostech ležících kmenů.
- (4) Mortalita semenáčků nezávisí na ročním období.

### Metodika

1. Sběr dat o vlastnostech ležících kmenů, klíčení a mortalitě semenáčků smrku na trvalých výzkumných plochách v NP Šumava a CHKO Jeseníky.
2. Hodnocení hemisférických fotografií nad ležícími kmeny.
3. Matematické a statistické zpracování dat.
4. Příprava diplomové práce.

## Doporučený rozsah práce

50 stran

## Klíčová slova

Smrk ztepilý, *Picea abies*, mrtvé dřevo, semenáčky, mortalita, mikrostanoviště, ležící kmeny

---

## Doporučené zdroje informací

- 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.
- Harmon, M. E., & Franklin, J. F. (1989). Tree seedlings on logs in *Picea-Tsuga* forests of Oregon and Washington. *Ecology*, 48-59.
- Harmon, M. E. (1989). Effects of bark fragmentation on plant succession on conifer logs in the *Picea-Tsuga* forests of Olympic National Park, Washington. *American Midland Naturalist*, 112-124.
- Martin-DeMoor, J., Lieffers, V. J., & Macdonald, S. E. (2010). Natural regeneration of white spruce in aspen-dominated boreal mixedwoods following harvesting. *Canadian journal of forest research*, 40(3), 585-594.
- Mori, A., Mizumachi, E., Osono, T., & Doi, Y. (2004). Substrate-associated seedling recruitment and establishment of major conifer species in an old-growth subalpine forest in central Japan. *Forest Ecology and Management*, 196(2), 287-297.
- Nakamura, T. (1992). Effect of bryophytes on survival of conifer seedlings in subalpine forests of central Japan. *Ecological Research*, 7(2), 155-162.
- Narukawa, Y., & Yamamoto, S. (2003). Development of conifer seedlings roots on soil and fallen logs in boreal and subalpine coniferous forests of Japan. *Forest ecology and management*, 175(1), 131-139.
- Robert, E., Brais, S., Harvey, B. D., & Greene, D. (2012). Seedling establishment and survival on decaying logs in boreal mixedwood stands following a mast year. *Canadian Journal of Forest Research*, 42(8), 1446-1455.
- Sugita, H., & Nagaike, T. (2005). Microsites for seedling establishment of subalpine conifers in a forest with moss-type undergrowth on Mt. Fuji, central Honshu, Japan. *Ecological Research*, 20(6), 678-685.
- 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

2015/06 (červen)

## Vedoucí práce

Ing. Radek Bače, Ph.D.

Elektronicky schváleno dne 31. 3. 2014

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

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 3. 8. 2014

**prof. Ing. Petr Sklenička, CSc.**

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2015

### Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem tuto diplomovou práci vypracovala samostatně, pod vedením Ing. Radka Bače, PhD.. Další informace mi poskytl Ing. Jaroslav Červenka. Všechny literární prameny, a to i publikace a informace dostupné na internetu, ze kterých jsem čerpala, jsem uvedla v seznamu literatury.

V Lanškrouně 15. 4. 2015

.....

Bc. Martinková Kristýna

## Poděkování:

Touto cestou bych ráda poděkovala všem, kteří jakýmkoliv způsobem přispěli ke vzniku této diplomové práce. Zejména svému vedoucímu diplomové práce panu Ing. Radkovi Bače, Ph.D. za vedení, odbornou pomoc, rady a připomínky, které mi poskytl během vypracování celé práce. Dále bych chtěla poděkovat své rodině za trpělivost a podporu během mého studia.

V Lanškrouně 15. 4. 2015

.....

## **Abstrakt:**

Tlející dřevo se odlišuje od ostatní lesní půdy a má významný vliv na biodiverzitu, proto se stává vhodným substrátem pro zmlazení smrku ztepilého a dalších druhů dřevin.

Hlavním cílem předkládané práce bylo ověřit závislost vlastností ležících kmenů na přežití nových jedinců a jejich mortalitu. Dalšími cíli bylo ověření vlivu ročního období na mortalitu semenáčků a zjištění počtu přežitých semenáčků v prvním letním období.

Sběr dat probíhal na trvalé výzkumné ploše 1 ha v Národním parku Šumava na severním svahu Trojmezské hory. Plocha byla vybrána v místech, kde jsou minimalizovány lidské vlivy a kde byly odstraněny nebo odkorněny kulatiny.

Na ploše bylo nalezeno 73 ležících kmenů v různém stupni rozkladu. U všech ležících kmenů byl změřen průměr na konci kmene  $> 10$  cm a délkou  $> 2$  m. Ležící kmeny mají označené kmeny ve vzdálenosti 1,5 m od paty kmene. Na každém ležícím kmenu je různý počet semenáčků, záleží na vlastnostech okolí působící na kmen. Ležící kmeny byly rozděleny podle stupně rozkladu do skupin 1, 2, 3, 4 a 5. Nejvíce jedinců se nachází na ležících kmenech ve stupni rozkladu tři a dále s rostoucím stupněm rozkladu pomalu klesá. Pozitivní vliv na početnost zmlazení měly pak především kmeny větších rozměrů. Terénní sběr dat se prováděl dvakrát, v květnu a druhý v září roku 2014.

Mortalita semenáčků smrku se ukázala během prvního letního období a také v pozdějších letech nejvýraznější ve třetím stupni rozkladu ležících kmenů. Různé roční období nemá výrazný vliv na mortalitu semenáčků smrku. Vzhledem ke zjištěným výsledkům doporučuji další pokračování ve výzkumu, zejména v oblasti hledání příčin mortality smrku ztepilého, které nejsou dosud zcela objasněné.

Klíčová slova: Smrk ztepilý, *Picea abies*, mrtvé dřevo, semenáčky, mortalita, mikrostanoviště, ležící kmeny

## **Abstract:**

Dead wood is different from other forest land and has a significant impact on biodiversity, therefore, becomes a suitable substrate for the regeneration of Norway spruce and other species.

The main aim of the present study was to verify the dependence of properties bordering logs survival of new individuals and their mortality. Other objectives were to verify the effect of the season on seedling mortality and findings of survival of seedlings in the first summer.

Data were collected on a permanent research area of 1 ha in Šumava National Park on the northern slope of Trojmezna hora. The area was chosen at places where there is a minimum of human influence such as timber harvesting or random exploitation where logs would be removed or unbarked. On the research plot was found lying 73 logs in various stages of decomposition. For all lying logs was measured at the end of the trunk diameter > 10 cm and a length > 2 m. Lying logs have identified logs at a distance of 1.5 meters from the base of the log. On each lying log is a different number of seedlings, depending on the characteristics of log exerted on the surroundings. Lying logs were grouped according to the degree of decomposition into groups 1, 2, 3, 4 and 5. Most individuals is lying on the logs of three at the decomposition step and also with increasing degree of decomposition decreases slowly. Positive impact on the abundance of regeneration should then primarily logs more dimensions. Field collection of data is performed twice, in May and the second in September 2014. Mortality spruce seedlings proved during the first summer season and also in later years most pronounced in the third stage of decomposition lying logs. Different seasons have a significant effect on mortality of spruce seedlings. Because of the identified findings, I recommend the continuation of research, especially in the search for causes of mortality of spruce, which are not yet fully understood.

Key words: Norway spruce, *Picea abies*, dead wood, seedlings, mortality, microhabitats, lying logs

## Obsah

1. Úvod .....	10
2. Cíle práce .....	12
3. Rozpadová stádia ležících kmenů .....	13
4. Význam a funkce ležícího kmene pro uchycení semenáčků dřevin .....	15
5. Faktory ovlivňující klíčivost a uchycení semenáčků .....	16
5.1 Zmlazení smrku ztepilého .....	17
6. Faktory ovlivňující mortalitu semenáčků .....	19
6.1 Abiotické faktory působící na mortalitu .....	19
6.2 Biotický faktor působící na mortalitu .....	19
6.3 Antropogenní faktor působící na mortalitu .....	20
7. Stanovištní podmínky pro regeneraci semenáčků .....	22
8. Metodika .....	23
8.1 Zájmové území .....	23
8.1.1 I. Zóna NP Šumava Trojmezna .....	23
8.2 Založení zkoumané plochy .....	25
8.3 Sběr dat .....	25
8.3.1 Vlastní postup – přirozená obnova smrku ztepilého .....	26
8.4 Sběr vlastností o segmentech .....	27
9. Analýza dat .....	28
10. Výsledky .....	29
10.1 Ležící kmeny .....	29
10.2 Zmlazení .....	30
10.2.1 Závislost množství semenáčků na tlejícím dřevě v jednotlivých stupních rozkladu .....	31
10.3 Věk nejvyššího jedince na mrtvém dřevě .....	34



10.4	Přežití a mortalita semenáčků .....	34
10.4.1	Přežití a mortalita jedinců smrku ztepilého nezávisí na vlastnostech ležících kmenů .....	34
10.4.2	Počet přeživších semenáčků během prvních fází vývoje nezávisí na studovaných vlastnostech ležících kmenů .....	36
10.4.3	Mortalita v pozdějších letech nezávisí na studovaných vlastnostech ležících kmenů .....	38
10.4.4	Mortalita nezávisí na ročním období .....	40
11.	Diskuze .....	41
11.1	Přežití a mortalita jedinců smrku ztepilého nezávisí na vlastnostech ležících kmenů .....	41
11.2	Počet přeživších semenáčků během prvních vývojových fází nezávisí na studovaných vlastnostech ležících kmenů .....	42
11.3	Mortalita semenáčků v pozdějších letech nezávisí na studovaných vlastnostech ležících kmenů .....	43
11.4	Mortalita semenáčků nezávisí na ročním období .....	44
12.	Závěr .....	45
13.	Literatura: .....	47
	Seznam příloh .....	56
	Přílohy .....	I

# 1. Úvod

Život na naší planetě by byl sotva možný bez existence zelených rostlin. Právě na činnosti těchto rostlin je závislá existence celé biosféry, píše Větvička (2005).

Stromy a zvláště pak smrk ztepilý patří mezi nejstarší žijící organismy. Na první pohled svými nadzemními orgány, kmeny, korunami a větvemi upoutávají naši pozornost. Jsou často tak ornamentální, že před jejich architekturou musí člověk sklonit hlavu.

Každý rád vyhledává místo ticha, klidu a odpočinku. Takovým místem často bývá les. Les nám poskytuje nejen estetický zážitek, ale také čistí vzduch. Navíc brání erozi půdy a záplavám. Ať už je to les, ve kterém je zem pokryta mechem a nikde se nepovalují žádné větve ani zbytky dřeva. Nebo les s původním porostem a ponechaným starým dřevem.

Živé a mrtvé dřevo přecházejí jedno v druhé tak pomalu, že lze těžko říci, kde končí živá část stromu a kde začíná mrtvá.

Ležící kmen v přírodě má pro každého zcela odlišný význam. Pro někoho je to jenom dřevní hmota ležící na zemi, takže ji překročí a dál o ní nepřemýšlí. Zcela jiný názor bude mít lesní hospodář, pro kterého plní dřevo produkční funkci. Pro něho pak představuje ležící dřevo zdroj houbových nákaz, zvýšení rizika napadení porostů škůdci, kteří v takovýchto dřevních zbytcích nalézají podmínky pro svůj rozvoj a rozmnožování. A třetí pohled bude ekologický. Jak uvádí Harmon et al. (1986), ležící kmen je často hlavním strukturálním rysem lesních ekosystémů s mnoha zásadními ekologickými funkcemi. Právě z hlediska ekosystému je ležící kmen důležitý, neboť dodává do lesní půdy zpět část živin odčerpaných stromy za období jejich života, napsal Větvička (2005).

Tlející dřevo poskytuje optimální podmínky pro klíčení a přežívání semenáčků dřevin (Granhus et al., 2008). Přežívání a vývoj semenáčků ovlivňuje řada přirozených biotických i abiotických faktorů. Mezi nejdůležitějšími se uvádí mráz, pohyb sněhu, poškození zvěří a konkurence přízemní vegetace. V rané fázi vývoje je smrk považován za stín tolerantní druh, může tak docházet k uchycování semenáčků pod zápojem mateřského porostu (Grassi et al., 2004). Světelné poměry, vnitrodruhová konkurence i konkurence ostatních nízkých rostlin vedou k vysoké úmrtnosti nejmladších generací smrku do 4–5 let (Jonášová & Prach, 2004). V

několika prvních letech po vyklíčení semenáčků může být jejich mortalita vysoká (Nilsson et al., 2002; Granhus et al., 2008) a s rostoucí výškou a věkem pak klesá (Hanssen, 2003). Za mortalitu v lesích je zodpovědno mnoho faktorů. Nejdůležitější jsou vítr a sníh způsobující vyvrácení a zlomy kmenů. Dalšími příčinami úmrtí jsou houbové patogeny a gradace podkorního hmyzu, které vedou k formování stojících souší (Zielonka, 2006b). Důležitým faktorem způsobujícím odumírání stromů je vedle těchto biologických faktorů kompetice o světlo (Holeksa, 2001). Všechny tyto faktory však většinou vedou k odumření jen jednotlivých stromů nebo menších skupinek. K odumření velkých částí nebo celých porostů dochází po velkých disturbancích. Nejvýznamnější rozsáhlé disturbance vyskytující se na území naší republiky a ovlivňující vývoj našich lesů představují větrné smrště a přemnožení lýkožrouta smrkového (Dobrovolný & Brázdil, 2003; Svoboda et al., 2010).

Tato práce ověřuje, do jaké míry ovlivňují vlastnosti ležícího kmene klíčivost a mortalitu. Dílčími úkoly bylo zhodnocení mortality semenáčků v závislosti na ročním období a prověření četnosti mortality jedinců v prvním letním období v závislosti na vlastnostech ležících kmenů.

## **2. Cíle práce**

Cílem práce je sledování sukcese smrku ztepilého a ověření platnosti následujících hypotéz:

- (1) Klíčení a mortalita jedinců smrku ztepilého nezávisí na vlastnostech ležících kmenů.
- (2) Počet uchycených semenáčků během prvního letního období nezávisí na studovaných vlastnostech ležících kmenů.
- (3) Mortalita semenáčků v pozdějších letech nezávisí na studovaných vlastnostech ležících kmenů.
- (4) Mortalita semenáčků nezávisí na ročním období.

### 3. Rozpadová stádia ležících kmenů

Vyvrácené nebo zlámané stromy různého stáří, které leží na povrchu půdy můžeme považovat za mrtvé dřevo, stejně jako souše, různé pahýly a pařezy, sdělil Vrška (2002).

Důležité jsou především klády velkých dimenzí, které tlejí pomaleji a ve srovnání s tenkými kmeny udržují vyrovnanější teplotní a vlhkostní podmínky (Vacek, 1982). Podle výsledků různých studií trvá rozklad smrkových klád v přírodních lesích od 40 to 100 let (Hofgaard, 1993).

V našich podmínkách v horském jehličnatém lese může trvat až 150 let, než dojde k úplnému rozložení kmene padlého smrku (Vacek, 1982).

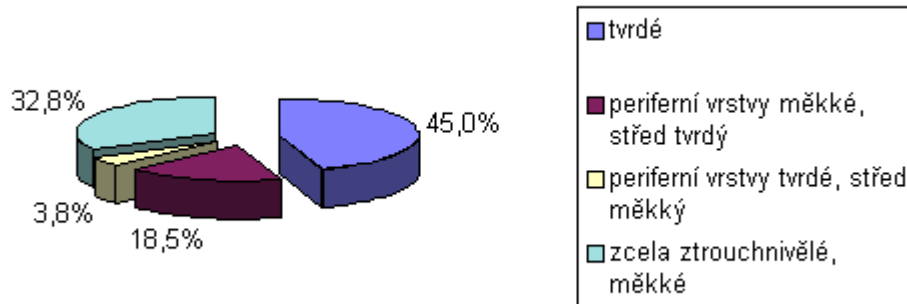
Dle Vacka (1999) se rozpadová stádia ležících kmenů rozlišují:

- na tvrdé, kdy lze poznat druh dřeviny, kmen je ještě s borkou a je relativně zdravý;
- nahnilé, a to jádro nebo vnější plášť dřeva, dřevinu lze ještě identifikovat, borka opadávající;
- rozpadlé stádium, dřevo je v pokročilém stádium hniloby, nelze identifikovat druh dřeviny a kopnutím lze kmen prorazit.

Postupným rozkladem ležícího dřeva se mění vlhkostní poměry a chemické složení tlejícího dřeva, napsal Jelínek (1997).

Vlhkost dřeva v rozkládajících se kmenech či pařezech většinou není rovnoměrně rozložena v celém jejich objemu. Rozdíly ve vlhkosti dvou sousedních partií jsou značné, někdy přesahují i 150 %, upřesňuje Vacek (1982). Na stupni rozkladu dřeva závisí hustota rozmístění semenáčků, uvádí Zielonka (2006a).

Pro porovnání uvedl na semináři Ing. Libor Hort informaci o množství mrtvého dřeva v přírodních lesích se pohybuje v rozmezích 50-200 m<sup>3</sup>/ha, a v lesích hospodářských je to jen 11-13 m<sup>3</sup>/ha.



Graf. č. 1: Podíl ležícího odumřelého dřeva tloušťky od 7 cm podle stupně rozkladu (Vašíček, 2005)

Tlející dřevo má význam pro biodiverzitu (Jonsson et al., 2005). Z výsledků Siitonen et al. (2001) vyplývá, že i malý úbytek dřeva vede k poklesu druhové diverzity organismů, které jsou na něj vázány. Na tlejících kmenech byly nalezeny druhy hub (*Phellinus nigrolimitatus* a *Cystostereum murrarii*) (Svoboda & LEPŠOVÁ, 2004), jež jsou považovány za vzácné.

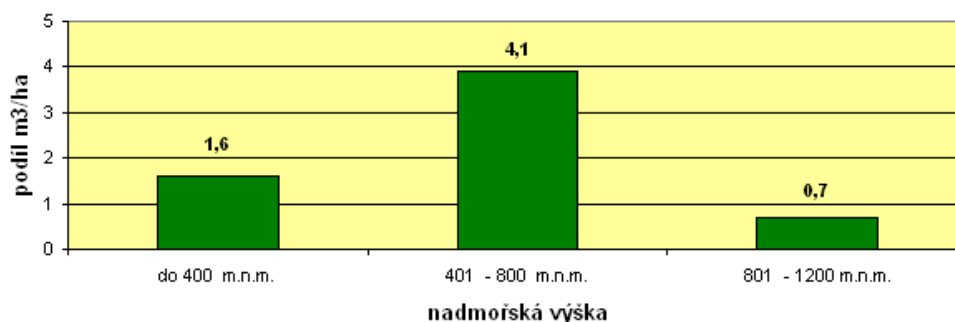
Tématem tlejícího dřeva v lesních ekosystémech se zabírala už celá řada autorů. Výstižně shrnuje nejdůležitější funkce mrtvého dřeva Stevensová (1997). Podle této autorky slouží tlející dřevo zdroj organické hmoty a živin v půdě, má příznivý vliv na fyzikální a chemické vlastnosti půdy a s tím spojenou produktivitu lesních porostů. Další velkou funkcí je vliv mrtvého dřeva na různorodost a strukturu biotopů v lesních ekosystémech, ovlivňuje totiž biologickou diverzitu všech složek lesních ekosystémů. Další úlohou je ovlivnění tvaru, funkce a struktury vodních toků v lesních porostech a morfologie svahů. V neposlední řadě ovlivňuje tlející dřevo ovlivňuje dlouhodobý koloběh uhlíku v lesních ekosystémech.

## 4. Význam a funkce ležícího kmene pro uchycení semenáčků dřevin

Ležící kmen je pro uchycení semenáčků do velké míry závislé na různorodosti prostorové struktury, ale i na věkové a druhové struktuře lesa a jeho vývojových cyklech. Také stanovištní a klimatické podmínky a způsob obhospodařování v daném lese mají nemalý význam, dodal Vacek & Krejčí (2009). Baier et al. (2007) spatřuje ležící kmen jako důležitý zdroj pro semenáčky v dostupnosti vody a dynamiky živin dodává Ilisson et al. (2007).

Ležící dřevo má příznivý vliv na obnovu a uchování stability a kontinuity lesních ekosystému (Míchal, 1983) a plní v nich řadu úloh, dodal Harmon et al. (1986). Jedná se především vytváření vhodného substrátu pro kvalitní růst dřevin. Smrkové semenáčky jsou vázány na příznivá mikrostanoviště, což je vedle mechorostů a smrkového opadu především tlející dřevo. Tlející dřevo vyhovuje smrku pro svůj obsah humusových látek, které využívá hlavně v mládí ke své prosperitě (Vacek, 1981). Nejhojněji se semenáčky vyskytují na ležících kmenech bez kůry o středním průměru nad 25 cm (Vacek, 1982). Semenáčkům smrku se daří na ležících kmenech, neboť jsou dobře chráněny před účinky proudící vody. Také se k nim na vyvýšených místech dostává větší množství světla a tepla, v zimním období jsou kratší dobu vystaveny sněhové pokrývce (Vacek, 1982).

Mrtvé dřevo v lesním ekosystému není obecně jen vhodným mikrostanovištěm pro přirozenou obnovu lesa a důležitým rezervoárem živin, ale – pokud zůstane v kůře - i nepostradatelným substrátem pro přežívání mnoha druhů organismů.



Graf č. 2: Ležící odumřelé dřevo podle nadmořské výšky – hroubí (Vašíček, 2005)

## 5. Faktory ovlivňující klíčivost a uchycení semenáčků

Faktory ovlivňující klíčivost semen a odrůstání semenáčků, dle Kupky (2006):

- biotické;
- abiotické;
- vnitřní.

Mezi nejčastěji zkoumané ekologické faktory s významným dopadem na růst a klíčení v horských lesích patří přímé a difúzní světlo, průběh teploty a srážek během celého roku, trvání sněhové pokrývky, uvádí Cunningham et al. (2006). Baier et al. (2007) uvádí další faktor a tím jsou jednotlivé druhy bylinného patra a s nimi související tloušťka surového nadložního humusu. Dle některých autorů je ovlivňujícím faktorem pro klíčivost semen mikrostanoviště (Jonášová & Prach, 2004; Holeksa et al., 2006; Motta et al., 2006; Baier et al., 2007), z nichž bývá nejvýznamnější mrtvé dřevo. Podíl zmlazení rostoucího na mrtvém dřevě je většinou významný a se stoupající nadmořskou výškou se zvyšuje (Jonášová, 2001; Holeksa et al., 2006). Dle Kupky (2006) jsou jedny z hlavních faktorů, které ovlivňují klíčivost a mortalitu smrku ztepilého klimatické faktory.

Všeobecně je klíčivost vyšší na vlhkých než na suchých místech, uvedl Větvička (2002). Jeden faktor prostředí může ovlivňovat různé rostlinné procesy a navíc sám může být ovlivněn působením jiného faktoru, jako je půdní vlhkost, teplota půdy, nadmořská výška, expozice, reliéf terénu, intenzita radiace, fotoperioda, příp. zastínění mateřským porostem.

Harmon et al. (1986) míní, že klíčení semen a odrůstání semenáčků je vázáno právě na ležící tlející klády. Ty poskytují substrát pro klíčení semenáčků smrku ztepilého, který tak produkuje mikrostanoviště pro zmlazování vlastního druhu a pomáhá si tím udržet dominantní pozici ve společenstvu (Harmon & Franklin 1989). V přírodních lesích se na povrchu půdy nalézá velké množství tlejícího dřeva, ne všechny padlé kmeny jsou vhodné pro uchycení semenáčků. Semena lesních dřevin mohou např. vyklíčit na čerstvě padlých kládách, ale odrůstání semenáčků je omezeno, protože kůra a dřevo je stále tvrdé.

Všeobecně je klíčivost vyšší na vlhkých a teplých místech než na suchých místech, uvedl Větvička (2002). Jeden faktor prostředí může ovlivňovat různé



vývojové procesy růstu semenáčků a navíc sám může být ovlivněn působením jiného faktoru, jako je půdní vlhkost, teplota půdy, nadmořská výška, expozice, reliéf terénu, intenzita radiace, fotoperioda, příp. zastínění mateřským porostem.

Mezi hlavní faktory, které snižují vitalitu semenáčků, patří silné větry, sněhová pokrývka, mráz a predační tlak (hlodavci,...). Schopnost semenáčků reagovat na působení faktorů prostředí je velmi různorodá a odlišná.

Na nově spadlých kmenech je konkurenční tlak dostatečně nízký pro uchycení semenáčků. K tomu dochází z hlediska trvání rozpadu ležícího kmene relativně brzy (Takahashi et al., 2000; Mori et al., 2004), zhruba 10 let od odumření stromu (Zielonka, 2006), a často dříve, než ležící kmen plně obsadí mechorosty (Zielonka & Piatek, 2004; Pouska, 2005). S postupujícím rozkladem ležícího kmene se počty jedinců na něm rostoucích zvyšují. Mezi další mechanismy, které umožňují zvýšené přežívání semenáčků na dřevě, může patřit i ochrana před účinky proudící povrchové vody (Vacek, 1982), kratší doba trvání sněhové pokrývky oproti okolní půdě (Vacek, 1982), lepší spojení s mykorrhizními houbami (Lepšová, 2001; Lonsdale et al., 2008), příznivější nabídka živin (Brunner & Kimmins, 2003; Baier et al., 2006), ochrana před patogeny vyskytujícími se v půdě nebo i ochrana proti poškození spárkatou zvěří v případě úseků s větvemi (Lonsdale et al., 2008). Schopnost semenáčků reagovat na působení faktorů prostředí je velmi různorodá a odlišná. Dalším faktorem ovlivňujícím obnovu je proces sukcese vegetace (Ramming et al., 2006). Rozložení a skladba vegetace může určovat, zda se semenáčky budou vyskytovat, či nikoli (Kuuluvainen, 1994). Nejvhodnějšími substráty pro uchycení a klíčení semenáčků jsou mechorosty, které dobře vážou vlhkost, hrabanka (Hanssen, 2003) a tlející dřevo (Jonášová & Prach, 2004).

## **5.1 Zmlazení smrku ztepilého**

Zhou et al. (2007) uvádí, že na pahýlech se smrkové zmlazení vyskytuje více než na ležících kmenech, to vysvětluje, že většina pahýlů dosahuje vyšších úrovní nad terénem než je průměrná pozice ležících kmenů, které často leží například pod úrovní kaprad'orostů. Dále je pahýl ve větším kontaktu s půdou a dochází zde k intenzivnější výměně látek a mikroorganismů. Navíc v případě odumření stromu z důvodu infekce dřevokaznými houbami je následně vzniklý pahýl (oproti ležícímu kmenu z něho pocházející ho) díky pokročilému rozpadu dřeva od počátku vhodný pro uchycení a

růst semene smrku. Dalším důvod je snadnější udržení semen v depresích pahýlů oproti zakulacenému povrchu ležících kmenů (Vacek, 1982). Výhoda spočívá rovněž ve vyvýšenosti tohoto stanoviště nad okolním terénem. V blízkosti kmene dříve odtává sníh, to zvětšuje délku vegetační doby, která je v těchto podmínkách limitující.

Jonášová (2001) ve smrčinách NP Šumava zjistila větší podíl nejstarších jedinců na mrtvém dřevě v porovnání s mladším, podobně jako Husník (2007).

Vedle teploty vzduchu a půdy jsou srážky dalším klíčovým faktorem, který spolurozhoduje o růstu a vývoji semenáčků, které nemají ještě příliš rozvinutý kořenový systém a nemohou čerpat půdní vodu z hlubších půdních vrstev.

Nechráněné kořenové systémy ztrácejí vodu mnohem intenzivněji než nadzemní části semenáčků smrku. Kořeny jsou mnohem citlivější k vysychání, protože na rozdíl od jehlic a listů nemají žádnou ochrannou voskovou vrstvu a průduchy, které by je chránily před ztrátami vody (Container, 2010). Kořeny reagují citlivěji než nadzemní části i na vodní stres v půdě během růstu (Palátová 2004).

## 6. Faktory ovlivňující mortalitu semenáčků

Mortalita jedinců je určována dle Vávrové (2009) podmínkami stanoviště, které ovlivňují tyto vlivy prostředí:

- a) abiotické vlivy prostředí;
- b) biotické vlivy prostředí;
- c) antropogenní vlivy.

### 6.1 Abiotické faktory působící na mortalitu

Nejvýznamnějším abiotickým faktorem je sucho, zvláště pak jarní a letní přísušky. Tento fenomén ovlivňuje přirozenou obnovu a zdravotní stav kořenového systému.

Dalšími hlavními faktory jsou světlo a teplo (Holeksa et al., 2006). Na teplotě je závislé dýchání, příjem minerálních látek z půdy a také intenzita fotosyntézy. U smrku ztepilého může teplota, při níž probíhá fotosyntéza klesat i hluboko pod bod mrazu  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Teplota se mění se zeměpisnou šířkou, nadmořskou výškou, respektive hloubkou, ke změnám teploty dochází i v průběhu dne a celého roku. Teplota je závislá na geomorfologii terénu, barvě substrátu, blízkosti vodních ploch.

Nejvyšší mortalita semenáčků smrku ztepilého je pozorována po první zimě, což potvrzuje ve své studii Granhus et al. (2008). Počet přeživších sazenic tři roky po svém vzniku se snižuje desetinásobně. Simard et al. (2003) uvádí, že většina semenáčků odumírá do pěti let svého života.

Vyšší jedinci mají nižší mortalitu (Nilsson et al., 2002; Hanssen, 2003; Granhus et al., 2008; Vávrová, 2009), neboť jsou méně citlivé k suchu, jsou úspěšnější v konkurenci o světlo i živiny a mají větší vitalitu, a tím větší šanci přežít po poškození zvěří (Hanssen, 2003).

### 6.2 Biotický faktor působící na mortalitu

V půdě škodí na kořenovém systému dřevin, na jejich nadzemní části, popř. na obojím, dle Kubáta et al. (2002) tyto škůdci:

- housenky některých druhů osenic (Noctuidae);
- larvy (ponravy) některých chroustů a chroustků (Scarabaeidae);

- larvy nosatců (Curculionidae) a kovaříků (Elateridae), (u obou skupin i poškození nadzemní části dospělci);
- krtonožky (Gryllotalpidae), (nymfy i dospělci);
- larvy tiplic (Tipulidae) a muchnic (Bibionidae);
- některé mšice čeledi dutilkovitých (Pemphigidae).

Hniloby kořenů vyvolává velká řada hub; některé druhy jsou velmi agresivní patogeny, napadající i naprosto zdravé jedince, jiní původci kořenových hnilob jsou běžné půdní houby, které většinou osídlují a napadají semenáčky a sazenice již oslabené abiotickými vlivy.

Další skupinou, u níž lze očekávat zásadní vliv na zdravotní stav, jsou patogeny vaskulárních pletiv, nejčastěji původci vaskulárních mykóz.

V lesnicky vyspělých státech se při ovlivňování biotických škůdců využívá metoda integrovaného regulování škůdců (IPM), zabezpečující představy o ekologicky a ekonomicky přijatelném způsobu boje se škůdcem lesa, píše Michalík et al. (2000). Úlohou IPM není vyhubení škůdce, protože to by mohlo mít nedozírné důsledky na lesní ekosystémy. Cílem IPM je udržet populaci škůdců pod prahem hospodářské škodlivosti tj. působit na škůdce tak, aby nepůsobil škody v lese navzdory tomu, že v lese je permanentně přítomný, informuje Michalík et al. (2000).

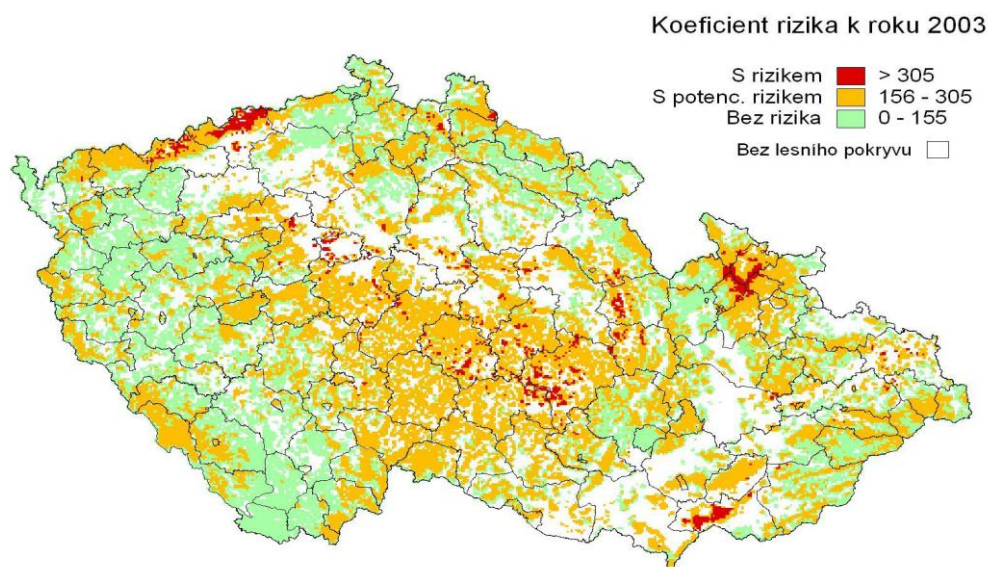
### **6.3 Antropogenní faktor působící na mortalitu**

Příroda trpí poškozováním půdy i ovzduší, vody i půdy, zvyšováním množství cizorodých látek v prostředí. Tyto vlivy snižují druhovou rozmanitost v přírodě, poškozují genofond.

Rozsah poškození lesů v důsledku působení emisí se projevuje na více jak 66 % lesní půdy. Přes zlepšování stavu ovzduší (zejména oxidy síry), dosahují imisní škody jen na majetku Lesů České republiky, s.p. (LČR) stovky milionů Kč ročně. Fenomén poškozování je velmi složitou interakcí mnoha interních a externích faktorů v lesním ekosystému (Uhlířová & Kapitola, 2004).

Míra citlivosti lesních ekosystémů na vstup kyselých depozic je heterogenní, projevuje se v ní vliv vlastností půd, geologického podloží, klimatických poměrů

daných nadmořskou výškou a expozicí lesních porostů, proměnlivou úrovní imisní zátěže a depozice, dřevinné skladby a struktury porostu (Lochman, 1996).



Obr. č. 1 : Oblasti s očekávaným vlivem vybraných stresových faktorů (imisní koncentrace, atmosférická depozice) na poškození lesních ekosystémů, které byly stanoveny podle koeficientu rizika vyplývajícího pro lesní ekosystémy v důsledku působení antropogenních emisí sloučenin síry, sloučenin dusíku a působením přízemního ozonu na území České republiky v síti 1x1 km v roce 2003.

## 7. Stanovištní podmínky pro regeneraci semenáčků

Rozhodujícím faktorem pro klíčení a vývoj semenáčků smrku ztepilého je půdní vlhkost. Optimální vlhkost pro přežívání semenáčků se uvádí 35 %. Příliš vysoká i příliš nízká půdní vlhkost výrazně snižuje možnost vyklíčení semen (Richard et al., 1958; sec. in Falta, 2002).

Dalším důležitým faktorem pro přežívání semenáčků smrku v horských podmínkách je teplota půdy. Aktivní růst kořenů smrkových semenáčků začíná při půdní teplotě 2 – 4 °C a vzrůstá až do 26 °C. Při teplotách nad 26 °C nastává pokles intenzity růstu (Brang, 1996). Fruktifikace, klíčení semen i následné přežívání vzešlých semenáčků úzce souvisí s nadmořskou výškou. Vysoce významným faktorem je v tomto kontextu vertikální pokles teploty s výškou a dále pak negativní vliv sněhové pokrývky (Vávrová, 2003).

Na severních svazích semenáčky klíčí lépe, v pozdějším věku ale postrádají sluneční záření vlivem zastínění a jsou napadány patogenními houbami (Schmidt-Vogt, 1987, sec. in Vávrová, 2003).

Důležitou stanovištní podmínkou je také reliéf terénu. Smrk často zmlazuje na vyvýšených místech terénu (Vacek et al., 2010). Tato místa jsou velmi často tvořena odumřelými částmi stromů, které představují velmi důležitý prvek v procesu zmlazení smrčín (Falta 2002). Na vyvýšených místech je dále větší hloubka půdy a menší konkurence vegetace (Diaci et al., 2005). Významnou vyvýšeninou pro přirozené zmlazení jsou i vývraty po disturbancích (Holeksa, 1998, sec. in Vorčák et al., 2006).

Semenáčky jsou také více nalézány na rovnějším terénu než na svazích. V rovném terénu se snáze udrží voda, než na svazích ze kterých rychle odteče. Zejména pak v letním období chybí semenáčkům dostatek vlhkosti (Hanssen, 2003). Míra zastínění mateřským porostem ovlivňuje přísun tepla a světla do porostu. Příliš velké zastínění zamezuje přímému přísunu sluneční energie na půdní povrch a tím limituje přežívání semenáčků (Brang, 1996). Menší zastínění stimuluje klíčení semen a vývoj semenáčků a ovlivňuje rozvoj bylinného patra porostu a jeho konkurenční působení. Korunový zápoj má velmi významný vliv na skladbu mikrostanovištní mozaiky, konkrétně na pokryvnost přizemních vegetačních pater (Schmidt-Vogt, 1991, sec. in Vávrová, 2003).

## 8. Metodika

### 8.1 Zájmové území

#### 8.1.1 I. Zóna NP Šumava Trojmezná

Lokalita Trojmezná se nachází v 1. zóně Národního parku Šumava. Trojmezná hora leží v katastrálním území Nová Pec (Zeman, 2007). Toto území bylo založeno jako přírodní rezervace v roce 1933, než se stalo součástí NP Šumava v roce 1991. Trojmezský prales se rozkládá na ploše 600 ha (Bače, Svoboda & Janda, 2011). Trojmezí vyskytující se v nadmořské výšce přibližně 1220 - 1270 m n. m., na severním svahu Trojmezné hory na Šumavě. Průměrné každoroční srážky jsou přibližně 1300 mm a průměrná každoroční teplota je 3,5 °C. Maximální výška sněhové pokrývky sněhu bývá 2 m. Podloží se skládá z hrubozrnné žuly. Současné složení lesa a jeho struktura je dědictvím historického režimu narušování: méně časté rozsáhlé, středně závažné narušení v kombinaci s častým výskytem ničivých událostí během posledních 300 let (Janda et al., 2014). Věkové rozložení stromů bylo bimodální, s převahou stromů starších 250 let (Janda et al., 2014). Přemnožení lýkožrouta smrkového v letech 1996 a 1999 vedlo k vytvoření mozaiky mrtvých stromů. Toto bylo následováno v roce 2007 zimní bouří ("Kyrill"), která způsobila vážnou větrnou disturbanci a rozsáhlé vyvrácení vzrostlých smrků. Následné přemnožení lýkožrouta mělo za následek uhynutí všech vrcholových smrků v roce 2008.

Chráněn je zde rozsáhlý komplex smrkových porostů nejvyšších poloh české části Šumavy. Je zde velké množství vysokého kapradí Papratky horské. Území je cenné nejen svým rostlinným krytem a některými vzácnými druhy živočichů (datlík tříprstý, střízlík obecný, tetřev hlušec), ale i vzácnými přírodními výtvoři (kamenné moře, ledovcové jezero).

Svoboda a Lepšová (2004) uvádí, že les na Trojmezné hoře se vyvíjel a vyvíjí bez výrazných vlivů lidské činnosti. Jedná se o nejrozsáhlejší a nejzachovalejší komplex horského smrkového lesa pralesovitého charakteru v České republice. Pralesovitý typ lesu se liší nejen svým vývojem, ale i vzhledem od nám známějšího hospodářského lesa. Na hřebeni Trojmezné panují extrémní klimatické podmínky. Stromy proto rostou tak pomalu, že ve sto letech měří nanejvýš deset metrů.

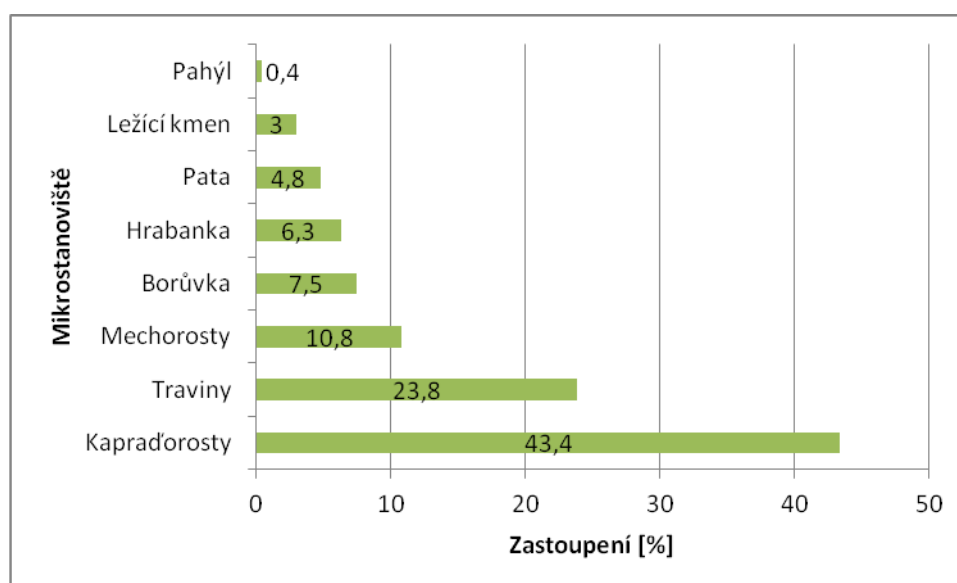
V pralese žijí i čtyři sta let staré stromy, ale najdou se výjimky se stářím 585 let (Bláha, 2009).

Mikrostanoviště dominující na zkoumané ploše byly porosty kaprad'orostů, které zaujímaly 43 % povrchu. Trávy a ostatní rostliny pokrývaly 24 % a mechorosty 11 % povrchu zkoumané plochy (Bače, 2009).

Z tabulky č. 3 lze vyčíst jednotlivé zastoupení mikrostanovišť, a také z ní vyplývá, že nejvíce smrku se vyskytuje na ležícím mrtvém dřevě. Kaprad'orosty působí na ploše výrazně negativně na zmlazení smrku, dále také borůvka a hrabanka (Bače, 2009).

Tab. č. 3: Plošné zastoupení mikrostanovišť a četnost zmlazení smrku (50 -200 cm) podle jednotlivých mikrostanovišť (Bače, 2009)

Mikrostanoviště / Microsite	Zastoupení / Area	Počet smrků / Number of spruces
Kaprad'orosty / Ferns	43,4 %	5
Traviny / Grasses	23,8 %	11
Mechorosty / Mosses	10,8 %	33
Borůvka / Bilberry	7,5 %	6
Hrabanka / Litter	6,3 %	2
Pata / Stem neighbourhood	4,8 %	253
Ležící kmen / Log	3,0 %	381
Pahýl / Stump	0,4 %	142
Suma / Sum	100,0 %	833



Graf č. 6: Plošné zastoupení mikrostanovišť





Obr. č. 2: Zkoumaná plocha

## 8.2 Založení zkoumané plochy

V roce 2005 byla založena studovaná plocha (100 x 100 m), na které probíhaly dva stálé odběry vzorků. Zkoumané plochy byly vybrány, tak aby se minimalizovalo výskyt stromů nedávno zabitých po dřívějším kůrovcovém narušení (v letech 1996 a 1999), a aby se zabránilo vzniku specifických podmínek v místě (např.: skalními výchozy). Studovaná plocha byla zpočátku v relativně nenarušené, nespravované části starého lesa.

Pomocí mapy zonální vegetace, leteckých snímků a publikovaných výsledků byly umístěny trvalé výzkumné plochy do porostů horských smrčín bez výrazného ovlivnění člověkem (Bače et al., 2011).

## 8.3 Sběr dat

Sběr dat probíhal od druhé poloviny května roku 2014, po půl roce tj. v druhé polovině září roku 2014 další sběr dat. Hledaly se označené ležící kmeny a na nich stromky, buď označené nebo nově nalezené se označovaly.

Na ploše se také našlo 2272 ks semenáčků, jenž se nacházely mimo ležící kmeny v travinném, bylinném a kapradovitým porostu.

Pomocí pásma byl ležící kmen rozdělen po 1,5 m (velikost segmentu) až do konce kmene. Vybraly se ležící kmeny dlouhé minimálně 1,5 m a alespoň 100 mm silné na čele ležícího kmene. Ležící kmeny se rozdělily do segmentů po 1,5 m, pro lepší orientaci při zkoumání vlastností kmene v následujícím pozorování. Segmenty byly rozděleny pomocí pásma

### **8.3.1 Vlastní postup – přirozená obnova smrku ztepilého**

Sběr dat probíhal na ploše 1 ha (100x100 m), plocha byla vybrána v místech, kde je klid a jsou minimalizovány lidské vlivy, jako jsou těžba dřeva nebo nahodilé těžby, kde by byly odstraněny nebo odzrněny kulatiny. Odběr vzorků se prováděl od druhé poloviny května roku 2014, po půl roce tj. v druhé polovině září roku 2014 další sběr dat. Polohy, délky a průměry na obou koncích kulatin byly měřeny pomocí Field-Map (IFER-MMS, Field-Map Technology, 2009, <http://www.field-map.com>). U všech ležících kmenů byl změřen průměr na konci kmene > 10 cm a délkou > 2 m. Ležící kmeny mají označené kmeny ve vzdálenosti 1,5 m od paty kmene. Na každém ležícím kmenu je různý počet semenáčků, záleží na vlastnostech okolí působící na kmen. Ležící kmeny byly rozděleny podle stupně rozkladu do skupin 1, 2, 3, 4 a 5. Zaznamenána byla pokryvnost mechem, vegetace okolo kmene, druh rozkladné houby. Pro kontrolu, jaké vlastnosti rozkládajících ležících kmenů ovlivňují přirozenou obnovu, se všichni jedinci semenáčků smrku spočítali. Semenáčky byly rozděleny do výškových tříd (0, 0-5, 6-9, 10-15, 16-19, 20-29, 30-49, 50-69, 70-99, 100-150, 150< cm). Věk byl odhadnut podle počtu terminálních jizev na kmenu semenáčku. Semenáčky jsou označené štítky s čísly a písmeny, pro lepší variabilitu možností.

Postup sběru dat z jednoho ležícího kmene:

1. Z mapy se vyčetlo, kde se nachází hledaný ležící kmen;
2. našel se štítek kmene;
3. v tabulkách se našlo číslo kmene;
4. sběr dat začíná od začátku paty kmene – hledají se semenáčky, jestli je označený, tak se hlásí číslo a zda přežil /nepřežil/ letos vyklíčil; jestliže je bez štítku, tak se mu přidělí nový štítek;
5. vše co se najde, tak se zaznamenává do tabulek;

6. mrtvý semenáček se vytrhne a štítek se odstraní, aby netvořil problém pro příští měření.



Obr. č. 3: Sběr dat

#### 8.4 Sběr vlastností o segmentech

Při zakládání výzkumných ploch se určovaly následující charakteristiky ležících kmenů: odhalování kůry, které se dá zjistit do 3. stupně rozkladu kmene [%]. Další vlastností bylo stádium rozkladu ležících kmenů, který byl identifikován do pětistupňové škály (Sippola et al., 1999). Pro zjištění stádia rozkladu dřeva byl použit ostrý nůž, který byl do tlejícího dřeva zarážen rukou. Bylo určováno do jaké maximální a minimální hloubky pronikne nůž. Dále byl zjištěn převládající typ hniloby: FOM - hnědá kostkovitá od *Fomitopsis pinicola*, HK - hnědá drobně kostkovitá od *Antrodia serialis*, hnědá kostkovitá ostatní, NIG - bílá voštinová od *Phellinus nigrolimitatus*, B - bílá voštinová ostatní, bílá kostkovitá od *Climacocystis borealis*, bílá od *Heterobasidion annosum*, ARM - bílá od *Armillaria sp.*, bílá ostatní a již velmi pokročilý rozklad typu „půda“ (Pouska, 2005). Dále byl měřen průměr v každém segmentu ležícího kmene. Dále byla zjišťována vzdálenost mezi povrchem a dolní částí kmene. Bylo zjišťováno i do jaké výšky zasahovala postranní vegetace okolo ležícího kmene, při pohledu shora. Dále byla zjišťována pokryvnost mechorostů a měřena jeho výška. Dále byl odhadnut věk nejvyššího jedince, tato vlastnost přibližně ukazuje na rok, kdy se uchytil první jedinec, který dokázal přežít a odrůstat až do dnešní doby. Pro měření výšky nižších semenáčků byl použit skládací metr, pro měření vyšších stromů byl pak použit výškoměr VERTEXIII60.

## 9. Analýza dat

V programu Microsoft Office Excel probíhala digitalizace získaných dat z protokolů, které byly získány v terénu, jejich následné setřídění, dále tvorba tabulek, grafů a výpočty statistických charakteristik.

Zmlazení bylo rozděleno do výškových kategorií (0, 0-5, 6-10, 11-15, 16-20, 21-30, 31-50, 51-70, 71-100, 101-150, 151<). Do těchto 11 výškových kategorií bylo rozděleno 2448 kusů smrku ztepilého.

V terénu se kmen rozdělil na segmenty po 1,5 m a dále se měřil průměr ( $D$ ) kmene uprostřed segmentu. Plocha ( $S$ ) segmentu byla vypočítána jako plocha obdelníku:

$$S=150*D*0,01 \text{ [m]},$$

pro získání celkové plochy ležícího kmene se sečetly všechny plochy segmentů.

## 10. Výsledky

Na výzkumné ploše bylo označeno celkem 73 ležících kmenů, nacházejících se v různém stupni rozkladu. Celkový povrch ležících kmenů činil 330 m<sup>2</sup> a celkový objem byl 125 m<sup>3</sup>, což zaujímal 3,3% zkoumané plochy.

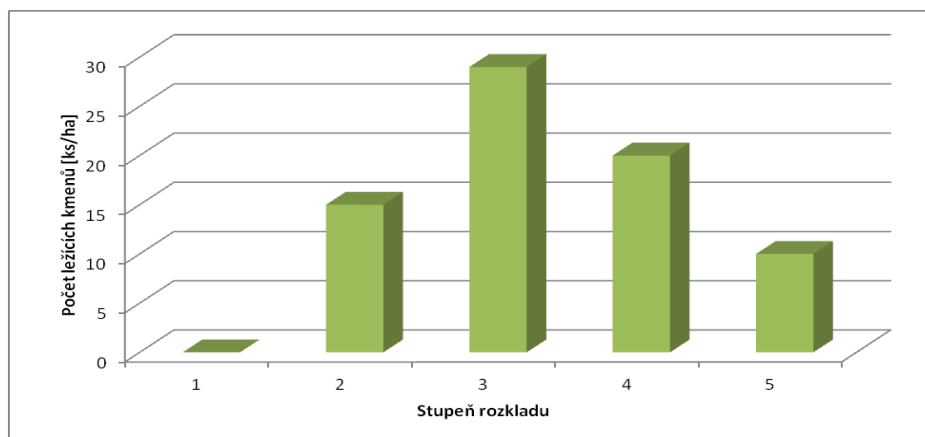
### 10.1 Ležící kmeny

Ležící kmeny byly zařazeny do stupně rozkladu 1-5, kde u stupně 1 nebyl zařazen jediný ležící kmen z nalezených. Stupeň rozkladu 1 je charakteristický tím, že je zcela pokryt kůrou a je znát živé lýko, tyto podmínky splňují nedávno zlomené nebo vyvrácené stromy, které se v době měření na zkoumané ploše nevyskytovaly. Přehled objemu a povrchu ležících kmenů v jednotlivých stupních rozkladu v tabulce č. 1.

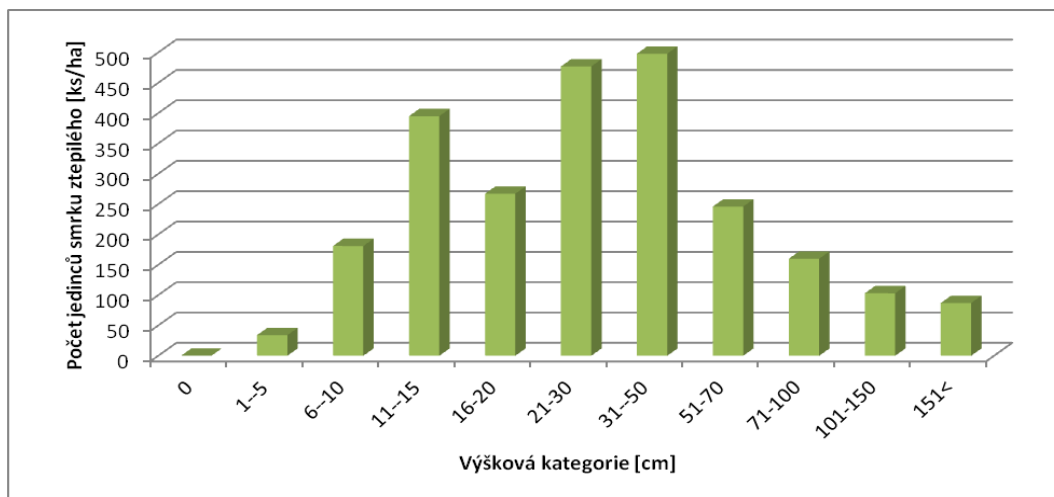
Tab. č. 1: Množství, objem a povrch ležících kmenů v jednotlivých stupních rozkladu

Ležící kmeny			
Stupeň rozkladu	Počet (ks)	Objem (m <sup>3</sup> )	Povrch (m <sup>2</sup> )
1	0	0	0
2	15	38,8	106,3
3	29	52	132,5
4	20	28,8	55,5
5	10	15,6	35,8

Nejvyšší počet zkoumaných ležících kmenů se nacházel ve 3. stupni rozkladu (29 ležících kmenů). Naopak žádný zkoumaný ležící kmen se nevyskytoval v 1. stupni rozkladu (graf č. 3).



Graf. č. 3: Rozdělení ležících kmenů dle stupně rozkladu na výzkumné ploše 1ha



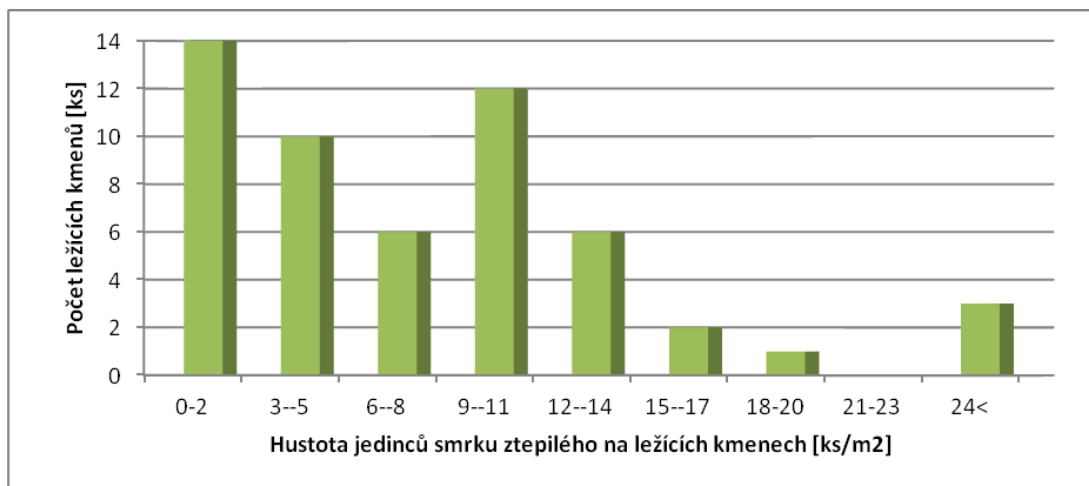
Graf č. 4: Počet zmlazení smrku ztepilého v jednotlivých výškových kategoriích na ležících kmenech na ploše 1ha

Na trvalé výzkumné ploše bylo nalezeno 2448 žijících kusů smrku ztepilého, které se rozdělili do výškových kategorií (0, 0-5, 6-10, 11-15, 16-20, 21-30, 31-50, 51-70, 71-100, 101-150, 151<), jejich zastoupení zmlazení lze vidět na grafu č. 4.

## 10.2 Zmlazení

Na výzkumné ploše bylo zaznamenáno zmlazení smrku ztepilého (*Picea abies*) na tlejících ležících kmenech v počtu 2448 ks/ha.

Podíl jedinců zmlazení na tlejícím dřevě činil 55,2 % z celkového počtu semenáčků, i když tlející dřevo zaujímalo 3,6 % z plochy. Na druhou stranu zbývající semenáčky 2272 ks/ha se vyskytovaly na zbytku plochy, které bylo pokryto travinným, bylinným a kapradovitým porostem, což poukazuje na nevýraznou přirozenou obnovu. Tyto uvedené hodnoty ukazují na vhodnost ležícího tlejícího dřeva jako substrátu pro přirozenou obnovu smrku. Na grafu č. 5 je vidět jaké jsou hustoty semenáčků na ležících kmenech. Nejvyšší počet ležících kmenů se vyskytuje v kategorii 0 – 2 ks/m<sup>2</sup>.

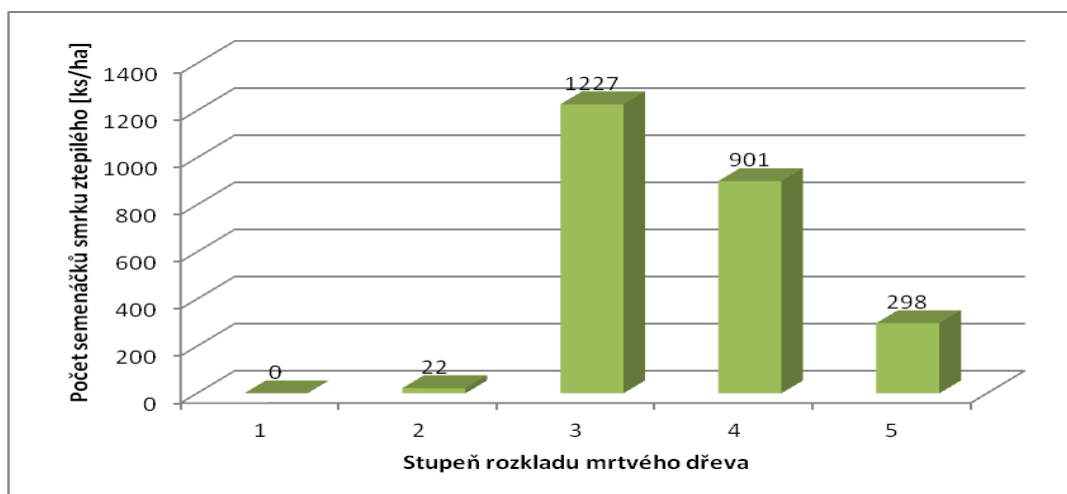


Graf č. 5: Histogram početností semenáčků smrku ztepilého na ležících kmenech n celkové ploše 1ha

### 10.2.1 Závislost množství semenáčků na tlejícím dřevě v jednotlivých stupních rozkladu

Jak je vidět z grafu č. 3 největší množství ležících, tlejících kmenů bylo zaznamenáno u stupňů rozkladu 3 a 4, u stupňů 2 a 5 méně a u stupně 1. žádný ležící kmen.

Největší zastoupení semenáčků bylo zaznamenáno ve třetím stupni rozkladu. Nejmenší počet semenáčků se naopak vyskytoval ve druhém stupni rozkladu a to i přesto, že objem tlejícího dřeva v tomto stupni je poměrně velký (38,8 m<sup>3</sup>/ha). Na grafu č. 6 je vidět, že s rostoucím stupněm rozkladu početnost semenáčků klesá.



Graf č. 6: Rozdělení semenáčků smrku ztepilého podle jednotlivých stupňů rozkladu ležících kmenů na celkové ploše 1 ha

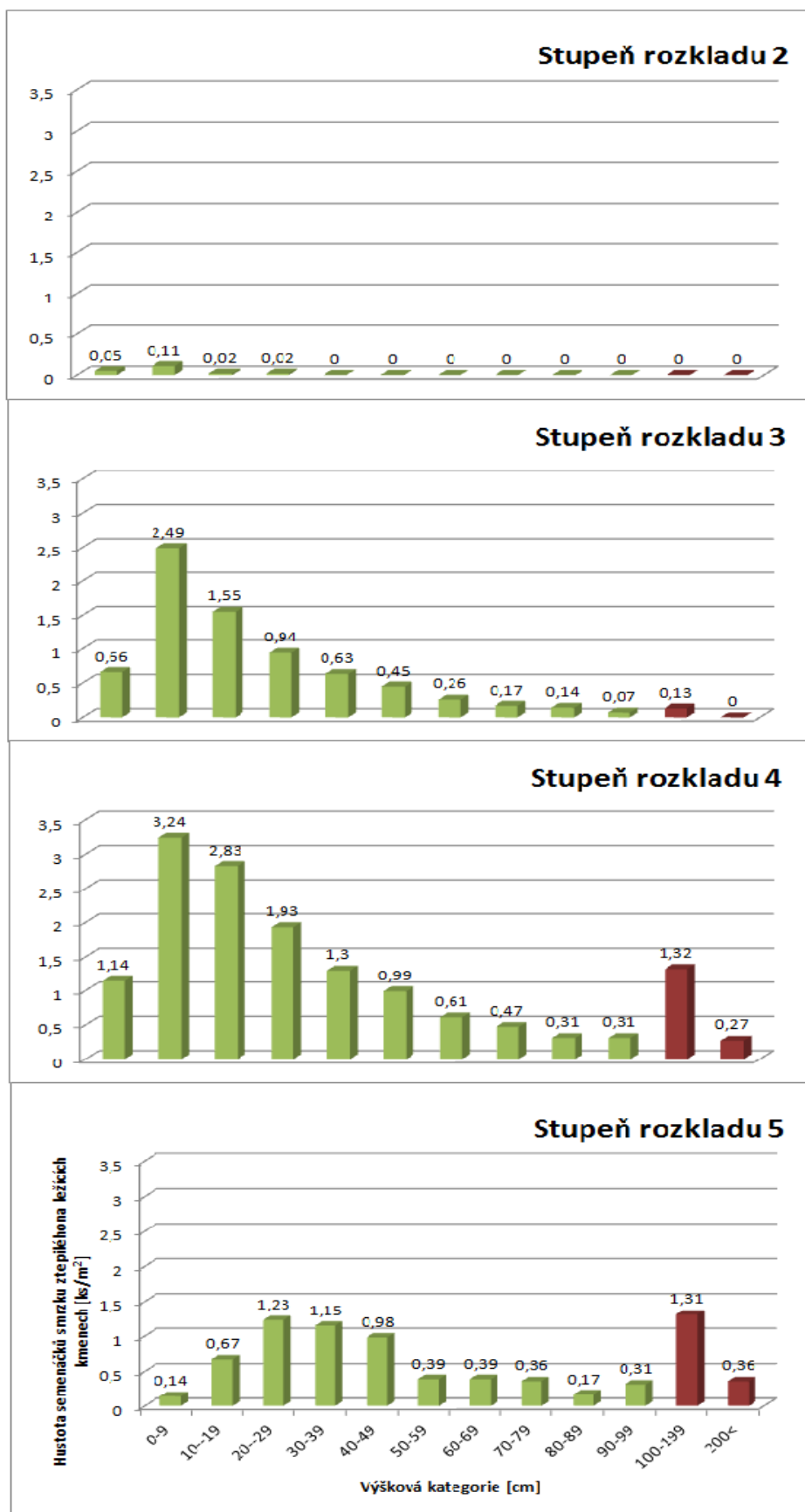
V tabulce č. 2 je rozdělení semenáčků a jejich hustota do jednotlivých stupňů rozkladu.

Tab. č. 2: Objem, zmlazení a hustota semenáčků smrku ztepilého podle stupně rozkladu ležících kmenů n celkové ploše 1 ha

Stupeň rozkladu	1	2	3	4	5
Objem [m <sup>2</sup> ]	0	106,5	132,5	55,5	36
Zmlazení [ks]	0	22	1227	901	298
Hustota [ks/m <sup>2</sup> ]	0	0,21	9,26	16,23	8,28

Zaměříme-li se na hustoty semenáčků u ležících kmenů v jednotlivých výškových kategoriích, podle toho, ve kterém stupni rozkladu se nachází, je vidět v grafu č. 7, že největší hustota zmlazení je až ve druhé výškové kategorii 10-19 cm ve čtvrtém stupni rozkladu (3,24 ks/m<sup>2</sup>). Ve druhém a třetím stupni rozkladu je také nejvyšší hustota zmlazení ve výškové kategorii 10-19 cm, a to se u stupně rozkladu dva téměř další výškové kategorie nevyskytují a u stupně rozkladu tři a čtyři dochází od výškové kategorie 10-19 cm k plynulému poklesu hustot. U stupně rozkladu čtyři a pět, tvoří výjimku výšková kategorie 100-199 cm, kde je hustota vyšší než u kategorií předcházejících, ale to je dáno mnohokrát vyšším rozsahem této výškové kategorie. Ve stupni rozkladu pět je vidět nárůst hustot až do třetí výškové kategorie (20-29 cm), kde je hustota nejvyšší a pak dále klesá až na výškovou kategorii 100-199 cm, která je opět rozsahově rozšířena než předcházející výškové kategorie.

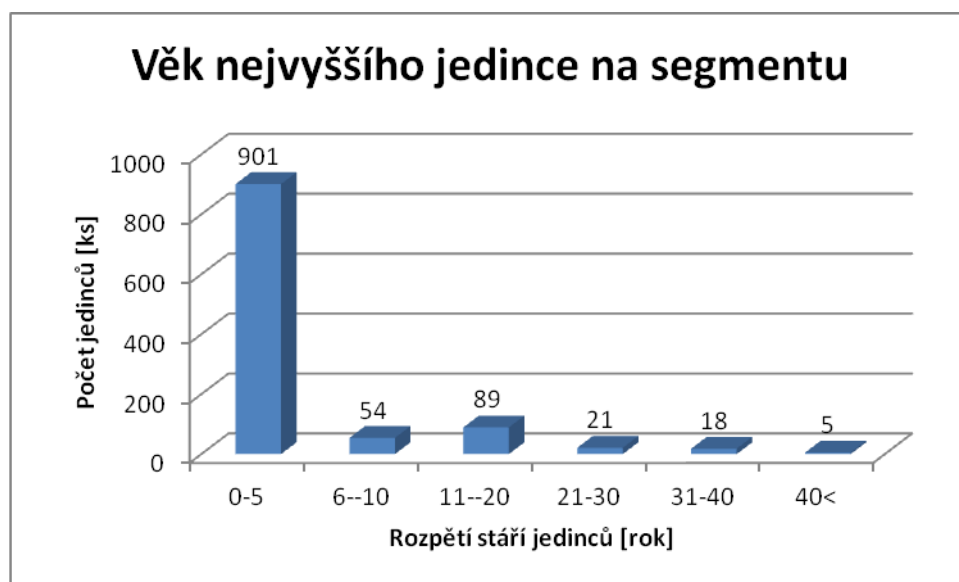




Graf č. 7: Hustoty zmlazení smrku ztepilého, podle stupně rozkladu na ležících kmenech na výzkumné ploše 1ha

### 10.3 Věk nejvyššího jedince na mrtvém dřevě

V terénu bylo zjišťováno stáří nejvyššího jedince na jednotlivých segmentech ležících kmenů. V grafu č. 8 je vidět, že nejvíce jedinců (901 ks) se nachází v rozmezí stáří od 0 do 5 let, následně počty jedinců výrazně klesly s přibývajícím věkem. Nejstaršímu jedinci ležícímu na mrtvém dřevě bylo zjištěno 54 let.

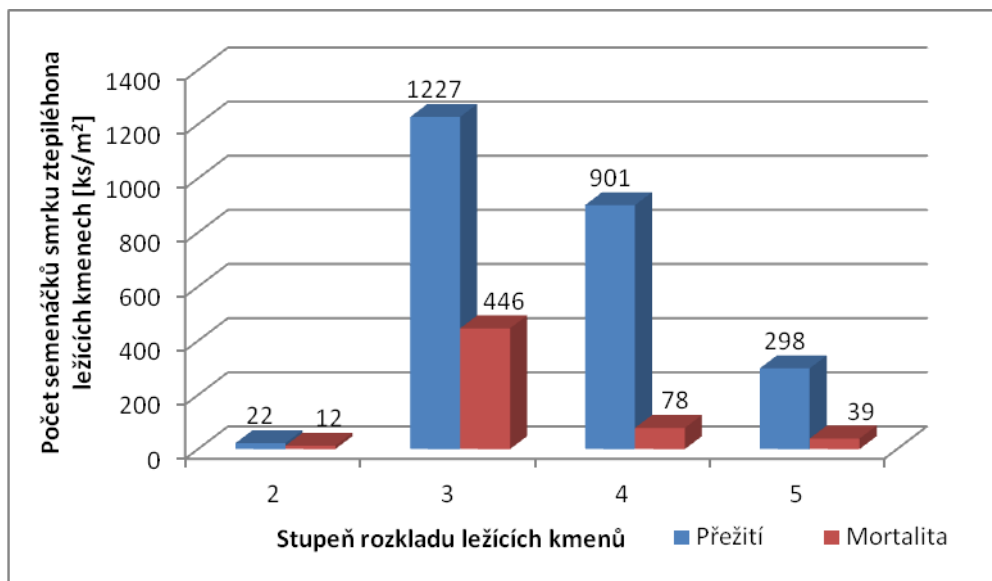


Graf č. 8: Věk nejvyššího jedince smrku ztepilého na ležících kmenech na celkové ploše 1ha

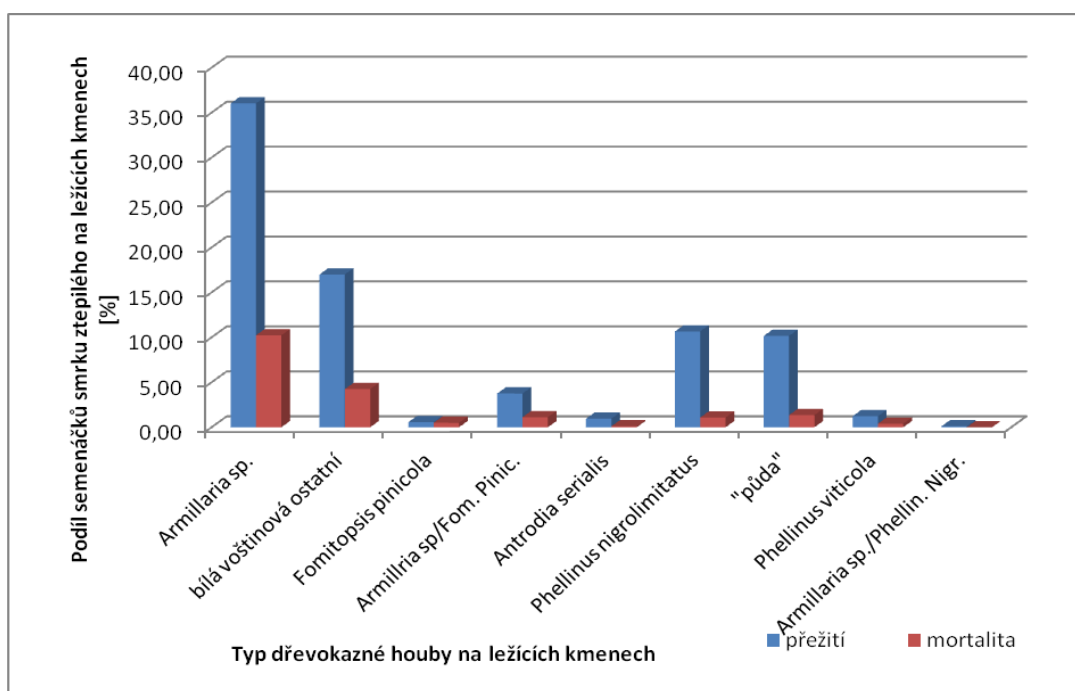
### 10.4 Přežití a mortalita semenáčků

#### 10.4.1 Přežití a mortalita jedinců smrku ztepilého nezávisí na vlastnostech ležících kmenů

Na studované ploše bylo nalezeno 3043 kusů semenáčků, z toho bylo nalezeno 575 kusů uhynulých. Podle grafu č. 9 lze říci, že na třetím a čtvrtém stupni rozkladu se semenáčkům daří nejlépe. Dále je vidět, že mortalita je ve třetím stupni rozkladu nejvyšší 14,65 %, ale uhynutí semenáčků není tak výrazné k počtu uchycených. V ostatních stupních rozkladu je mortalita minimální od 0,4 do 2,53 %.



Graf č. 9: Přežití a mortalita semenáčků smrku ztepilého podle stupně rozkladu ležících kmenů na celkové ploše 1ha



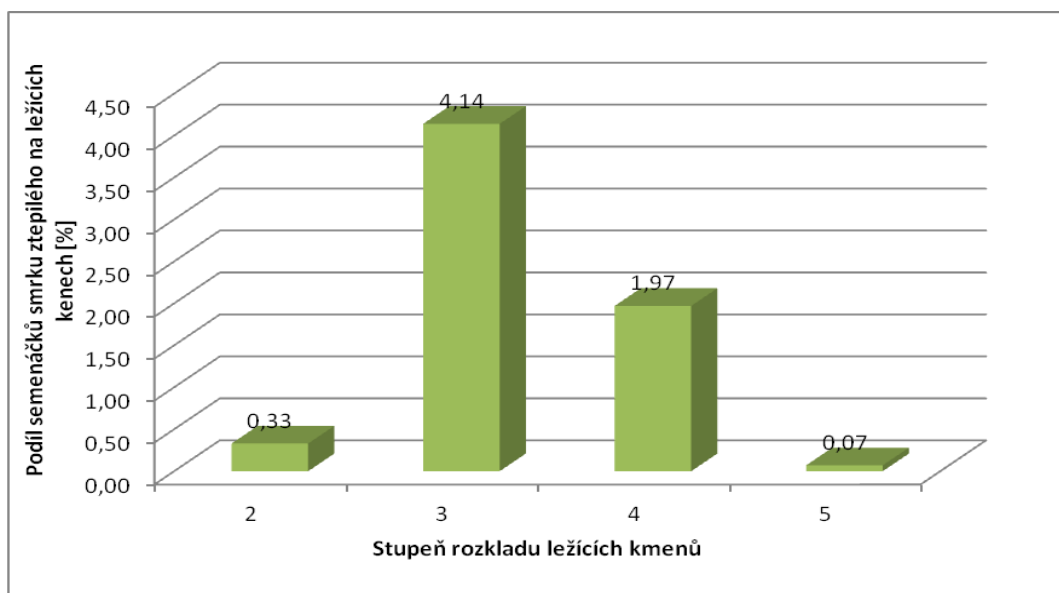
Graf č. 10: Přežití a mortalita semenáčků smrku ztepilého podle dřevokazných hub na ležících kmenech na celkové ploše 1ha

Ze zaznamenaných dat bylo zjištěno (graf č. 10), že se nejvíce jedinců uchycuje na kmenech s dřevokaznou houbou typu *Armillaria sp.* a to 1096 kusů, což je 36,02 %, ze všech ležených jedinců na trvalé výzkumné ploše. Dalším typem, s největším

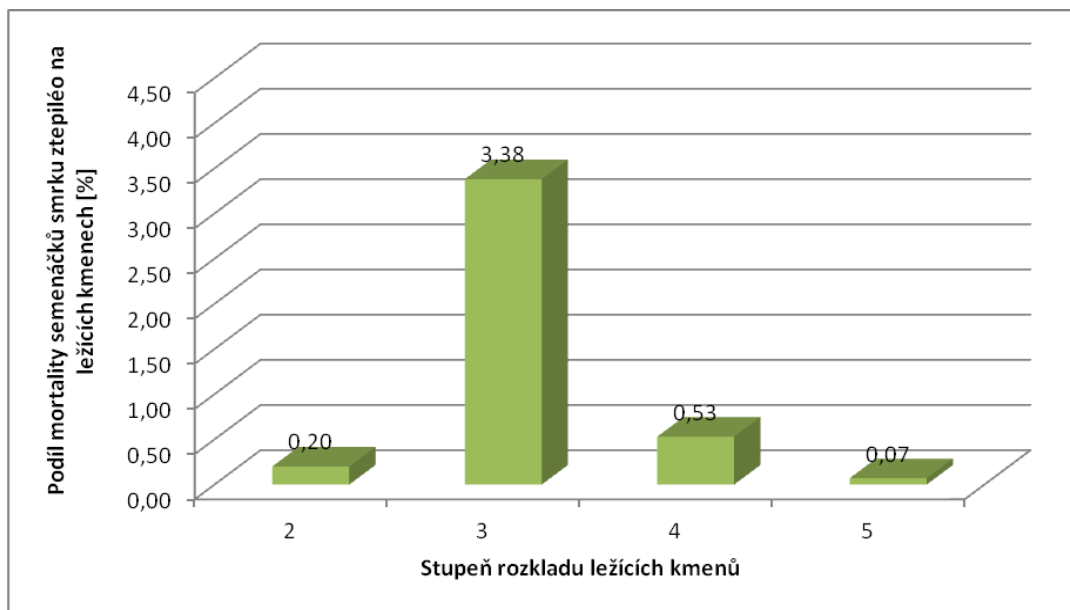
zastoupením uchycených jedinců, byla bílá voštinová ostatní dřevokazná houba s 517 kusy (16,99 %), další typy dřevokazných hub byly v zastoupení od 3 do 324 kusů žijících jedinců. Mortalita se ukázala, také nejvýraznější u typu *Armillaria sp.* 311 kusy (10,22 %) ze všech nalezených.

#### 10.4.2 Počet přeživších semenáčků během prvních fází vývoje nezávisí na studovaných vlastnostech ležících kmenů

Na studované ploše již nedochází ke klíčení jedinců z důvodu absence plodících stromů, proto se vzali jedinci do 5 cm výšky a s těmi se počítalo. V prvním fázích vývoje je vidět z grafu č. 11, že přežilo nejvíce jedinců na ležících kmenech ve třetím stupni rozkladu 126 kusů (4,14 %). Na čtvrtém stupni rozkladu se uchýtilo 60 kusů (1,97 %) na druhém a pátém stupni rozkladu se uchýtilo celkem 12 kusů. Z grafu č. 12 je vidět, že nejvíce uhynulých semenáčků je na třetím stupni rozkladu 3,38 % ze všech nalezených jedinců, ostatní stupně jsou v rozmezí od 0,07 do 0,53 %. Z tabulky č. 4 lze říci, že uchycené semenáčky převládají nad mortalitou a to hlavně ve čtvrtém, dále ve třetím stupni rozkladu.



Graf č. 11: Přežití semenáčků smrku ztepilého v prvních vývojových stádiích do 5 cm výšky podle stupně rozkladu ležících kmenů

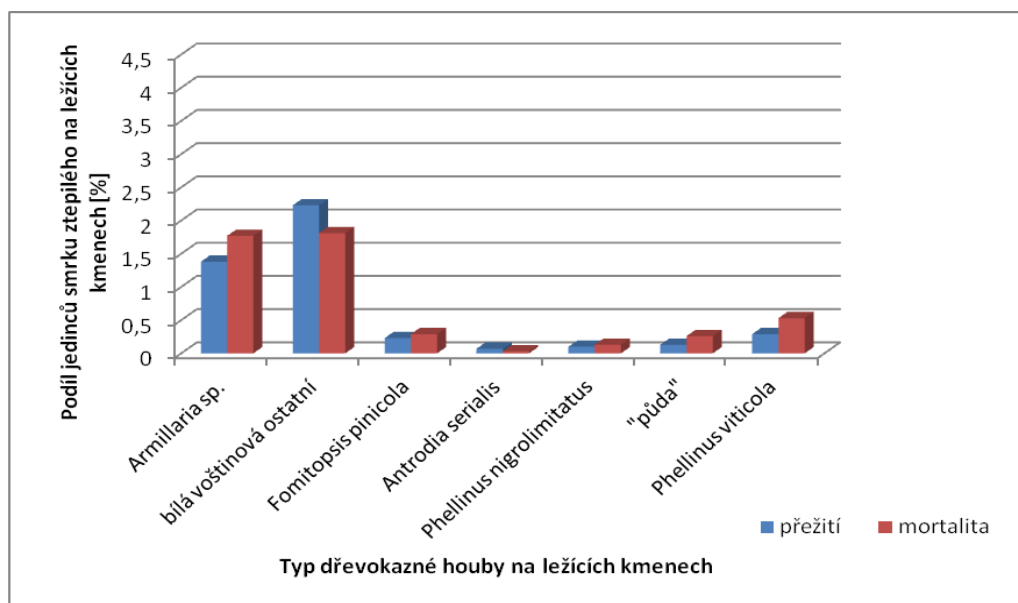


Graf č. 12: Mortalita semenáčků smrku ztepilého v prvních fázích vývoje do 5 cm výšky na různých stupních rozkladu ležících kmenů

Tab. č. 4: Přežití a mortalita semenáčků smrku ztepilého v prvních fázích vývoje do 5 cm výšky na různých stupních rozkladu ležících kmenů

Stupeň rozkladu ležících kmenů	Přežití		Mortalita	
	Počet kusů jedinců smrku ztepilého [ks]	Podíl jedinců smrku ztepilého [%]	Počet kusů jedinců smrku ztepilého [ks]	Podíl jedinců smrku ztepilého [%]
2	10	0,33	6	0,20
3	126	4,14	103	3,38
4	60	1,97	16	0,53
5	2	0,07	2	0,07

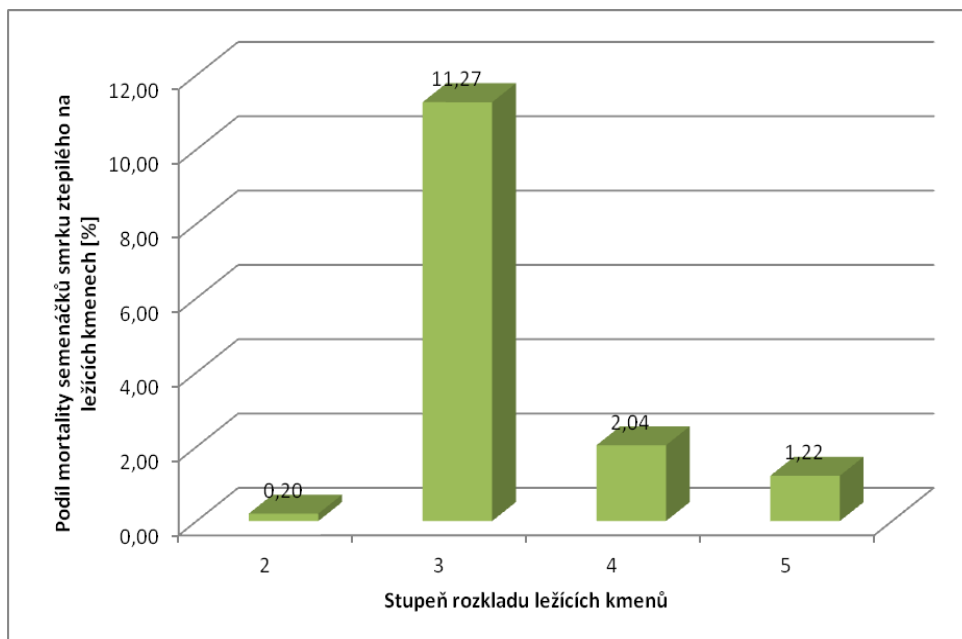
Graf č. 13 zaznamenává přeživší a mrtvé jedince (282 ks) smrku ztepilého do výšky 5 cm na ležících kmenech podle typu dřevokazné houby na celkové ploše 1 ha ke všem nalezeným jedincům smrku (3043 ks). Z grafu je vidět, že největší zastoupení semenáčků smrku se vyskytuje na kmenech s houbou typu *Armillaria sp.* 1,38 % a ostatní bílé voštinové houbě 2,23 % ostatní druhy hub jsou zastoupeny minimálně (např.: *Phellinus nigrolimitatus* 0,1 %). Dále je vidět, že mortalita převyšuje některé přežité jedince smrku, jako je např. u *Armillaria sp.*, kde je rozdíl 12 kusů (0,39 %).



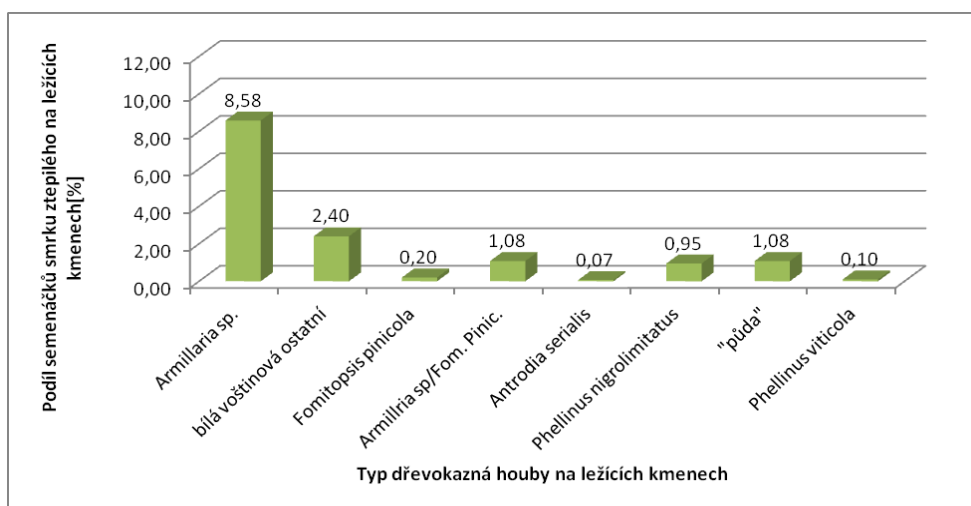
Graf č.13: Přeživší a mortalita jedinců smrku ztepilého do výšky 5 cm na ležících kmenech podle typu dřevokazné houby na celkové ploše 1 ha

#### 10.4.3 Mortalita v pozdějších letech nezávisí na studovaných vlastnostech ležících kmenů

Ze zaznamenaných dat se prokázalo, že mortalita semenáčků v pozdějších letech je rozdílná podle stupně rozkladu (graf č. 14). Na ležících kmenech ve druhém stupni rozkladu bylo zaznamenáno 6 kusů (0,2 %) uhynulých semenáčků, na třetím stupni byl největší rozdíl oproti ostatním stupňům rozkladu, a to 382 kusů (12,55 %), na stupni čtvrtém bylo nalezeno 62 kusů (2,04 %) uhynulých jedinců a na pátém stupni rozkladu se počet mírně zvýšil na 37 kusů (1,22 %).



Graf č. 14: Mortalita semenáčků v pozdějších letech podle stupně rozkladu

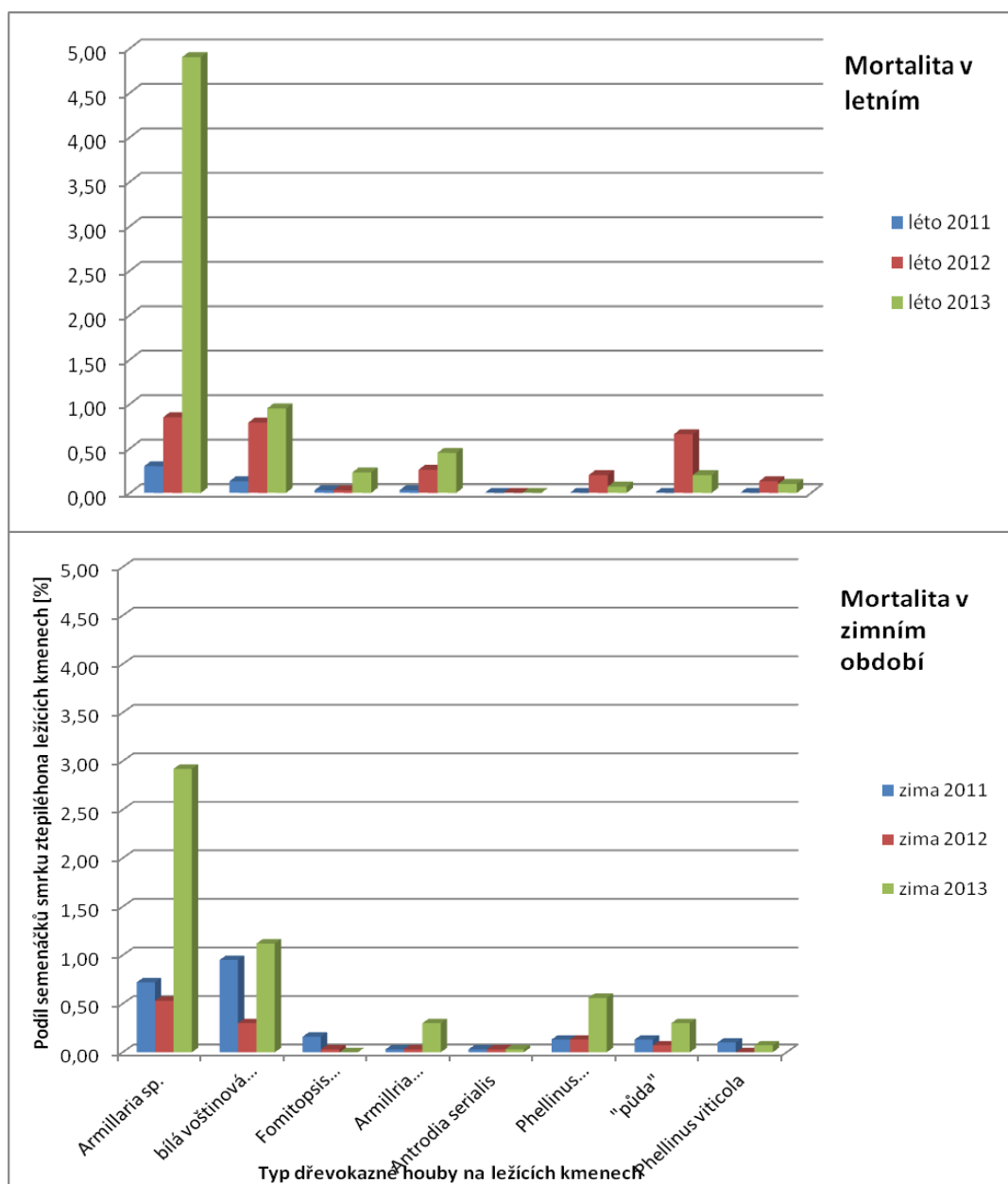


Graf č. 15: Mortalita semenáčků v pozdějších letech podle typu dřevokazné houby

Graf č. 15 ukazuje, jaká je mortalita na ležících kmenech podle typu dřevokazné houby. Nejvyšší mortalita se nachází na kmenech s typem *Armillaria sp.*, která dosahuje 261 uhynulých kusů (8,58 %). Dalším typem bílá voštinová ostatní se 73 kusy uhynulých jedinců (2,4 %), ostatní druhy dřevokazných hub se pohybovaly od 2 do 33 kusů.

#### 10.4.4 Mortalita nezávisí na ročním období

Ze zaznamenaných dat bylo zjištěno (graf č. 16), že během zimního období 2011 uhynulo 69 kusů semenáčků, což je 2,27 % z celkového množství nalezených 3043 kusů semenáčků; v zimě 2012 uhynulo 34 kusů (1,12 %) a v zimě 2013 bylo nalezeno 161 kusů (5,29 %) uhynulých semenáčků. Naproti tomu v letním období 2011 bylo nalezeno 15 kusů (0,5 %) uhynulých semenáčků; v létě 2012 bylo nalezeno 89 kusů (2,92 %) mrtvých semenáčků a během léta 2013 se našlo uhynulých semenáčků 210 kusů (6,9 %). Ukázalo se tedy, že míra mortality mezi ročními obdobími se výrazně neliší.



Graf č. 16: Mortalita semenáčků smrku ztepilého na ležících kmenech rozdělených podle typu dřevokazné houby za tři zkoumané roky



## 11. Diskuze

Zejména světelné poměry, vnitrodruhová konkurence i konkurence ostatních nízkých rostlin vedou k vysoké úmrtnosti nejmladších generací smrku do 4–5 let (Jonášová & Prach, 2004). V několika prvních letech po vyklíčení semenáčků může být jejich mortalita vysoká (Nilsson et al., 2002; Granhus et al., 2008) a s rostoucí výškou a věkem pak klesá (Hanssen, 2003).

Výskyt přirozené obnovy je závislý na struktuře mateřského porostu a mikrostanovišti, dále byla potvrzena preference tlejícího dřeva (Korpeľ, 1989; Kuuluvainen et al., 1998; Jonášová, 2004; Svoboda, 2005; Zielonka, 2006a; Baier et al., 2007), které hraje důležitou roli v dostupnosti vody (BAIER et al., 2007), ochraně přirozené obnovy (Schönenberger, 2002; Kupferschmid, 2003; Matějková & Jonášová, 2004) a dynamice živin (Ilisson et al., 2007). Rozložení a skladba vegetace může určovat, zda se semenáčky budou vyskytovat, či nikoli (Kuuluvainen, 1994).

### 11.1 Přežití a mortalita jedinců smrku ztepilého nezávisí na vlastnostech ležících kmenů

Na trvalé výzkumné ploše 1 ha, během tříletého výzkumu, bylo nalezeno celkem 3043 kusů jedinců smrku ztepilého, kde z tohoto počtu bylo nalezeno 578 kusů (18,9 %) uhynulých. Z výsledků je patrné, že se semenáčkům smrku nejvíce daří přežít na ležících kmenech ve třetím a čtvrtém stupni rozkladu, to je způsobeno tím, že kmenů v těchto dvou stupních rozkladu je 49 kusů (67,12 %) z celkových 73 kusů ležících kmenů. Tyto dva stupně rozkladu obsahují dostatečné množství živin pro dobrý vývoj semenáčků. Jestliže je na třetím stupni rozkladu nejvíce (1227 ks) semenáčků smrku, tak je tam i vysoká mortalita kvůli velkému zastínění, toto zastínění způsobuje kromě smrku také *Athyrium filix-femina*. Dle Jankovského (2004) mrtvé dřevo představuje vyvýšené stanoviště, a poskytuje tak konkurenční výhodu odrůstajícímu zmlazení v hustém podrostu bylinné vegetace. Během procesu dekompozice tlejícího dřeva se mění jeho fyzikální a chemické vlastnosti. Tlející mrtvé dřevo může mít v porovnání s půdou relativně vysokou schopnost retence vody a v období s nedostatkem srážek může sloužit jako zásobárna vláhy. V tlejícím

dřevě může být relativně vysoký obsah minerálních živin a také se tam mohou vytvářet různé symbiotické vazby, jež zlepšují výživu semenáčků.

Stav mrtvého dřeva je jedním z dalších předpokladů pro zdárný vývoj semenáčků. Kmen vichřicí čerstvě vyvráceného stromu, který má tvrdé dřevo a je zcela pokryt kůrou, nebude po dlouhou dobu vhodným substrátem pro přirozenou obnovu. Bude trvat několik desítek let, než na ležícím kmeni začne odrůstat prosperující zmlazení. Zatímco jednoleté semenáčky je možno nalézt i na několik let starém ležícím kmeni, odrůstající stromy se typicky nalézají na tlejícím dřevě v pokročilém stupni rozkladu. Ale ani růst na mrtvém dřevě nezaručuje odrůstajícímu zmlazení existenci. Ve druhém stupni rozkladu se nachází 15 kusů ležících kmenů, kde se nachází nejméně kusů semenáčků smrku. Je to způsobeno tím, že druhý stupeň rozkladu je charakteristický nedostatečným rozkladem kůry a dřeva, proto se na něm neuchytí tolik semenáčků smrku a jestliže se na těchto kmenech uchytí, tak jim nedokáže poskytnout tolik potřebných živin pro vývoj a proto rychle hynou. Podle výzkumů v subalpínských jehličnatých lesích Japonska je míra vzcházení semenáčků nezávislá na mikrostanovišti a koreluje s počtem dopadnuvších semen (Mori et al., 2004). Rozhodující je ale již první letní období po vyklíčení semene, kdy mortalita je výrazně vyšší u jedinců na povrchu půdy (Mori & Mizumachi, 2005), především z důvodu menší přístupnosti k vláze (Mori et al., 2004; Lonsdale et al., 2008).

Bylo zjištěno, že největší počet 1096 kusů (36 %) semenáčků smrku se nachází na kmenech s dřevokaznou houbou *Armillaria sp.*, to je způsobeno tím, že se na kmeni nachází jednotlivě nebo v trsu tzn., že nezabírá takovou plochu jako jiné druhy hub (např.: *Phellinus viticola*, která tvoří na ležícím kmeni povlak).

## **11.2 Počet přeživších semenáčků během prvních vývojových fází nezávisí na studovaných vlastnostech ležících kmenů**

Ke zhodnocení hypotézy se zkoumalo, zda má na vývoj semenáčků smrku vliv stupeň rozkladu nebo, zda má nějaký vliv typ dřevokazné houby. Výsledky ukazují, že semenáčkům se na začátku svého vývoje vede nejlépe na třetím stupni rozkladu. Je to způsobeno tím, že kůra ležícího kmene částečně nebo zcela chybí (tj. dobré pro uchycení). Dále bylo zjištěno, že na kmenech s ostatní bílou voštinovou houbou se

jedincům smrku do 5 cm daři přežít lépe než na ostatních kmenech s dřevokaznou houbou. Na kmenech s *Armillaria sp.* bylo nalezeno celkem 96 kusů smrku ztepilého do 5 cm výšky z toho bylo žijících 42 kusů/54 kusů mrtvých. Tyto výsledky ukazují, že jedinci smrku do 5 cm výšky nejsou schopni konkurovat houbám rodu *Armillaria sp.*, které dosahují výšky 13 cm, ty tvoří pro semenáčky zastínění, a proto umírají.

### **11.3 Mortalita semenáčků v pozdějších letech nezávisí na studovaných vlastnostech ležících kmenů**

V pozdějších letech se mortalita semenáčků smrku ztepilého mění podle stupně rozkladu ležících kmenů na celkové ploše 1ha. Bylo zjištěno, že na třetím stupni rozkladu uhynulo 382 kusů (12,55 %) jedinců. Na ostatních stupních rozkladu se úhyn pohyboval od 0,2 do 2 %. Ten to fakt je způsoben tím, že se na výzkumné ploše vyskytuje nejvíce ležících kmenů (29 ks) ve třetím stupni rozkladu tzn., že čím více plochy pro uchycení, tím vyšší mortalita. Vliv může mít kompetice okolních smrků nebo vegetace. Dále se zjistilo, že mortalita podle typu dřevokazné houby se výrazně neliší. Na rozdíl od semenáčků v prvních fázích vývoje je nejvyšší počet nalezených mrtvých jedinců byl na kmenech s *Armillaria sp.* 261 kusů (8,58 %), tato skutečnost je způsobena tím, že tento druh houby dosahuje výšky 13 cm a tudíž jedinci nad 5 cm výšky jím mohou konkurovat a využít období, kdy nerostou. Další mrtví jedinci byli nalezeni např. na kmeni s ostatní bílou voštinovou houbou 73 kusů (2,4 %). Tyto výsledky ukazují, že není jednoznačně dáno na jaké dřevokazné houbě je mortalita semenáčků smrku vyšší. Jestliže se podíváme na celkový počet jedinců smrku na ležících kmenech s *Armillaria sp.* je evidentní, že na těchto kmenech je nejvyšší výskyt semenáčků, proto je na kmenech napadených *Armillaria sp.* taková mortalita. Největší mortalita byla u nejmenších semenáčků, což potvrzují i jiné studie (Granhus et al., 2008). Vávrová (2009) zaznamenala výrazný pokles mortality od 5. roku života semenáčků. Vyšší jedinci mají nižší mortalitu (Nilsson et al., 2002; Hanssen, 2003; Granhus et al., 2008; Vávrová, 2009). Větší semenáčky jsou méně citlivé k suchu, jsou úspěšnější v konkurenci o světlo i živiny a mají větší vitalitu, a tím větší šanci přežít po poškození zvěří (Hanssen, 2003).

## 11.4 Mortalita semenáčků nezávisí na ročním období

Podle výsledků lze říci, že mortalita v letním a v zimním období se výrazně neliší. Ze zaznamenaných dat byl zjištěn rozdíl 50 kusů uhynulých semenáčků za tři roky výzkumu mezi letními a zimními obdobími. V letním období může mortalitu jedinců smrku ztepilého způsobovat nedostatek vláhy a také to, že některé ležící kmeny jsou vysoko nad zemí a nemají dostatečný přísun živin, poté žloutnou a usychají. Další možností úhynu je kompetice se smrkem nebo okolní vegetací (*Athyrium filix-femina*), která dosahuje výšky až 130 cm. Výskyt okolní vegetace vede k zastínění semenáčků, které postupně uhynou kvůli nedostatku slunečního záření. Během zimního období může mortalitu způsobit klima, které je v horském lese velmi drsné, a proto pouze několik jedinců přežije do další generace. A i ti odrůstají velmi pomalu. Dvoumetrový smrk rostoucí na tlejícím kmeni tak může být i 50 let starý. Pro smrkový horský les je obnova na mrtvém dřevě přirozenou cestou, jak zajistit přežití další generace stromů (vysoká sněhová pokrývka, která na této lokalitě bývá 2 m). Dále okus zvěří apikálních pupenů, což způsobuje, že semenáčky se rozrůstají dále do stran a nemohou soupeřit s okolními jedinci, kteří je budou zastíňovat. Podle Nárovce (1998) výhony smrku jsou v jarním období poškozovány fyziologickým suchem (tj. transpirací v době, kdy kořeny stromků ještě nejsou schopny přijímat vodu ze zmrzlé půdy). Výhony smrku jsou poškozovány mechanicky vlivem vysoké a tedy i hmotné sněhové pokrývky, námrazy apod. K poškození rašících výhonů dochází působením ozónu během první poloviny vegetační sezóny. Výhony, vystupující v zimním období nad sněhovou pokrývku, jsou mechanicky poškozovány např. při lyžování.

## 12. Závěr

Popadané, polámané či vyvrácené stromy v národních parcích se ponechávají z technických a hospodářských důvodů na místě, neboť zajišťují semenáčkům smrku a rostoucím jedincům zásobní živné látky. Mrtvé dřevo ovlivňuje celou řadu abiotických i biologických procesů.

Vhodné mikrostanoviště pro přežívání semenáčků smrku je podle vlastností právě ležící tlející dřevo, které tvoří substrát pro přirozenou obnovu smrku. Nejméně úspěšnými pro přežívání semenáčků je stanoviště trávy, dále pak plochy, které byly pokryty bylinným a kaprad'ovitým porostem. Pravidelné vyhodnocování přirozeného zmlazení prokázalo pozitivní vliv ponechané dřevní hmoty na úspěšnou samovolnou obnovu lesa. Pro rozvoj přirozeného zmlazení, které je důležité pro udržení ekologické stability horských klimaxových smrčín, se tak ukazuje nenarušený les.

Růst semenáčků smrku je podmíněno určitým stupněm rozkladu dřeva. Z výsledků výzkumu se nejlépe osvědčil stupeň rozkladu třetí a čtvrtý, kdy byly stromy neodzrněné, ale kůra se pomalu odlupovala, a tlející dřevo obsahovalo dostatečnou vlhkost. Nejmenší počet semenáčků se naopak vyskytoval ve druhém stupni rozkladu a to i přesto, že objem tlejícího dřeva v tomto stupni byl poměrně velký (20,55 % z celkového počtu 73 kusů nalezených kmenů).

Výsledky výzkumu hustoty a stáří semenáčků na ležících kmenech byly zaznamenány ve druhé výškové kategorii 10-19 cm ve čtvrtém stupni rozkladu, nejstaršímu jedinci ležícímu na mrtvém dřevě bylo 54 let.

Podle zjištěných poznatků byla zaznamenána nejvyšší schopnost přežití na třetím a čtvrtém stupni rozkladu ležících kmenů. Mortalita byla ve třetím stupni rozkladu tlejícího kmene nejvyšší, a to 14,65 %, ale uhynutí semenáčků nebylo tak výrazné k počtu uchycených. Jak uvádí Nilsson et al. (2002) tak v několika prvních letech po vyklíčení semenáčků může být jejich mortalita vysoká a s rostoucí výškou a věkem pak klesá, shodují se i Granhus et al. (2008) a Hanssen (2003).

Během výzkumu od roku 2011 do roku 2014 v terénu bylo nalezeno 3043 kusů semenáčků, z toho během těchto tří let bylo zaznamenáno 578 mrtvých kusů. Mortalitu semenáčků způsobily tyto vlivy okolí: kompetice smrkem ztepilým (30 ks), pád stromu (48 ks), vyvrácení z mrtvého dřeva (7 ks), kompetice papratkou (25 ks) avšak největší vliv mělo uschnutí semenáčků (468 ks).

Ze zaznamenaných dat lze vyčíst, že nejvíce jedinců se uchycuje na kmenech s dřevokaznou houbou václavkou z rodu *Armillaria sp.* Mortalita se ukázala, také nejvýraznější u typu *Armillaria sp.* Výskyt václavky byl evidován na celém území republiky, v důsledku napadení václavkou bylo vytěženo v roce 2004 423 tis. m<sup>3</sup> (Kučera, 2005).

V rámci pohledu uchycených semenáčků během prvního letního období bylo evidováno největší množství uchycených jedinců na ležících kmenech ve třetím stupni rozkladu.

Další část práce se zaměřila na zjištění výsledného vlivu vlastností ležících kmenů na mortalitu v pozdějších letech. Ze zaznamenaných dat bylo prokázáno, že mortalita semenáčků v pozdějších letech je rozdílná podle stupně rozkladu ležícího kmene. Největší podíl uhynulých semenáčků byl na třetím stupni rozkladu, nejmenší byl ve druhém stupni.

Při zjišťování závislosti ročního období na mortalitu se ukázalo, že míra mortality mezi ročními obdobími se výrazně neliší. Od roku 2011 dochází k postupnému navyšování mortality semenáčků smrku. Obecně trpěly smrkové semenáče nejvyšší mortalitou v roce 2013 (v letním období, to mohlo být způsobeno nadměrným suchem), především na ležících kmenech s *Armillaria sp.*, ale rozdíl mezi letním a zimním obdobím se výrazně neliší. To potvrzuje úsudek, že mortalita nezávisí na ročním období. Obecně platí, že výhony smrku jsou v jarním období poškozovány fyziologickým suchem (tj. transpirací v době, kdy kořeny stromků ještě nejsou schopny přijímat vodu ze zmrzlé půdy). Výhony smrku jsou poškozovány mechanicky vlivem vysoké a tedy i hmotné sněhové pokrývky, námrazy apod.

Vzhledem ke zjištěným výsledkům doporučuji další pokračování a prohlubování výzkumu, a to hlavně v oblasti hledání příčin mortality smrku ztepilého, které nejsou dosud zcela objasněné.

### 13.Literatura:

1. ALBRECHT, J. et al. 2003: *Českokobudějovicko - Chráněná území ČR*, svazek VIII. *Agentura ochrany přírody a krajiny ČR a EkoCentrum Brno, Praha*, s. 417–472.
2. BAČE R., 2007: *Analýza struktury horského smrkového lesa v I. zóně Trojmezenský prales*
3. (NP Šumava). [Dp. Thesis, in Czech.]. *Faculty of Forestry and Wood Sciences, The Czech*
4. *University of Life Sciences Prague*.
5. BAČE R., 2007: *Vliv mikrostanoviště a horního stromového patra na stav přirozené obnovy v horském smrkovém lese na Trojmezí. Silva Gabreta, Vimperk*, s. 67-84.
6. 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*, roč. 15, č. 1, s. 67 - 84. ISSN: 1211-7420.
7. 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*, roč. 45, č. 5, s. 1065-1078. ISSN: 0037-5330.
8. BAIER R., MEYER J. & GOTTLEIN A., 2005: *Regeneration niches of Norway spruce (Picea abies L.) saplings in small canopy gaps in mixed mountain forest of the Bavarian Limestone Alps. European journal of forest research* 126.
9. BAIER R., Ettl R., HAHN C. & GOTTLEIN A., 2006 *Early development and nutrition of Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) seedlings on different seedbeds in the Bavarian limestone Alps. Annals of forest science* 63: 339-348.
10. BAIER R., MEYER J. & GOTTLEIN A., 2007: *Regeneration niches of Norway spruce (Picea abies L.) saplings in small canopy gaps in mixed mountain forest of the Bavarian Limestone Alps. European Journal of Forest Research*, 126: 11–22.
11. BLÁHA J., 2009: *Trojmezenský prales. Magazín Hnutí DUHA. Vydalo Hnutí DUHA*.

12. BRANG P., 1996: *Ansamungsgut und Verteilung der Direktstrahlung in schlitzförmigen Bestandsöffnungen zwischenalpiner Fichtenwälder*. Schweiz. Z. Forstwes, 147, s. 761- 784.
13. BRANG P., MORAN J., PUTTONEN P. & VYSE A., 2003: *Regeneration of Picea engelmannii and Abies lasiocarpa in high-elevation forests of south-central British Columbia depends on nurse logs*. Forestry chronicle 79: 273-279.
14. BRUNNER A. & KIMMINS J.P., 2003: *Nitrogen fixation in coarse woody debris of Thuja plicata and Tsuga heterophylla forests on northern Vancouver Island*. Canadian journal of forest research 33: 1670-1682.
15. CONTAINER 2010: *Container Tree Nursery Manual*. Volume 7: Seedling processing, storage, and outplanting. [on-line]. [cit. 12. 4 2015 ]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.rngr.net/publications/ctnm/volume-7>.
16. CORNETT M.W., PUETTMANN K.J. & REICH P.B., 1998: *Canopy type, forest floor, predation, and competition influence conifer seedling emergence and early survival in two Minnesota conifer-deciduous forests*. Canadian Journal of Forest Research, 28: 196–205.
17. CUNNINGHAM C. et al., 2006: *Growth of Norway spruce saplings in subalpine forests in Switzerland: Does spring climate matter?* Forest Ecology and Management.
18. DIACI J., PISEK R. & Boncina A., 2005: *Regeneration in experimental gaps of subalpine Picea abies forest in the Slovenian Alps*. Eur J Forest Res 124, 29-36 s.
19. DOBROVOLNÝ P. & BRÁZDIL R., 2003: *Documentary evidence on strong winds related to convective storms in the Czech Republic since AD 1500*. Atmospheric Research, 67–68: 95–116.
20. DUŠEK V., 1997: *Lesní školkařství*. Písek: Matice lesnická, s. 140.
21. FALTA V., 2002: *Prežívání semenáčků smrku ztepilého (Picea abies (L.) Karst.) a jeřábu ptačího (Sorbus aucuparia L.) v narušených lesních ekosystémech Krkonoš a Krušných hor*. Dipr. Depon. in knihovna VÚO Holovousy.
22. GRANHUS A., HANSSEN K. H. & DE CHANTAL M., 2008: *Emergence and seasonal mortality of naturally regenerated Picea abies seedlings: impact of overstory density and two site preparation methods*. New Forests, 35: 75–87.



23. GRASSI G. et al., 2004: *Dynamics of Norway spruce and silver fir natural regeneration in a mixed stand under uneven-aged management*. Can. J. of For. Res., 34, s. 141-149.
24. GRIME J. P., 1979: *Plant strategies and vegetation processes*. J. Wiley & Sons, Chichester. 222s. ISBN 9780471996927.
25. HANSSEN K. H., 2003: *Natural regeneration of Picea abies on small clear-cuts in SE Norway*. Forest Ecology and Management, 180: 199–213.
26. HARMON M.E., 1987: *The influence of litter and humus accumulations and canopy openness on Picea sitchensis (BONG) CARR and Tsuga heterophylla (RAF) SARG seedlings growing on logs*. Canadian Journal of Forest Research 17: 1475-1479.
27. HARMON M. E. & Franklin J. F., 1989: *Tree seedlings on logs in Picea-Tsuga forests of Oregon and Washington*. Ecology, 48-59.
28. HARMON M. E., FRANKLIN J. F., SWANSON F. J., SOLLINS P., GREGORY S. V., LATTIN J. D., ANDERSON N. H., CLINE S. P., AUMEN 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.
29. HEJTMÁNEK J. 1960: *Bioklimatická hesla*. Naučný slovník lesnický. Praha, ČAZV ve SZN. s. 2638.
30. HEURICH M., 2009: *Progress of forest regeneration after a large-scale Ips typographus outbreak in the subalpine Picea abies forests of the Bavarian Forest National Park*. Silva Gabreta, 15: 49–66.
31. HOFGAARD A., 1993: *Structure and regeneration patterns in a virgin Picea abies forest in northern Sweden*. Journal of Vegetation Science, 4: 601–608.
32. 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.
33. HOLEKSA J., 2001: *Coarse woody debris in a Carpathian subalpine spruce forest*. Forstwissenschaftliches Centralblatt 120: 256-270.
34. HOLEKSA J., 2003: *Relationship between field-layer vegetation and canopy openings in a Carpathian subalpine spruce forest*. Plant Ecology 168: 57-67.
35. HOLEKSA J., SANIGA M., SZWAGRZYK J., DZIEDZIC T., FERENC S. & WODKA M., 2006: *Altitudinal variability of stand structure and regeneration*

- in the subalpine spruce forests of the Poľana biosphere reserve, Central Slovakia. European Journal of Forest Research, 126: 303-313.*
36. HORÁK J. et al., 2007: *Proč je důležité mrtvé dřevo?* Pardubický kraj, Pardubice, 20 s. ISBN 978-80-903496-2-9.
  37. HUSNÍK A., 2007: *Stand and age structure of the forest in the II. zone of the national park Bohemian forest*, diploma thesis, CULS Prague.
  38. CHRIMES D., LUNDQVIST L. & ATLEGRIM O., 2004: *Picea abies sapling height growth after cutting Vaccinium myrtillus in an uneven-aged forest in Northern Sweden. Forestry Chronicle, 77, 2004, s. 61-66.*
  39. ILISSON T., KÖSTER K., VODDE F. & JOGISTE K., 2007: *Regeneration development 4–5 years after a storm in Norway spruce dominated forests, Estonia. Forest Ecology and Management, 250: 17–24.*
  40. JANDA P., SVOBODA, M., BAČE R., ČADA V. & PECK J., 2014: *Three hundred years of spatio-temporal development in a primary mountain Norway spruce stand in the Bohemian Forest, central Europe. Forest Ecology and Management, roč. 2014, č. 330, s. 304-311. ISSN: 0378-1127.*
  41. JELÍNEK J., 1997: *Historický průzkum – Ověřování genofondu smrku ztepilého P. abies (L.) na vytypovaných lokalitách NP Šumava* [Historical research – Verification of the genofond of Norway spruce P. abies (L.) on selected localities of the Šumava National Park]. Ms., Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk (in Czech). (Správa NP a CHKO Šumava, Vimperk).
  42. JONÁŠOVÁ M., 2001: *Regenerace horských smrčín na Šumavě po velkoplošném napadení lýkožroutem smrkovým. Aktuality šumavského výzkumu I.: 161-164.*
  43. JONÁŠOVÁ M. & MATĚJKOVÁ I., 2007: *Natural regeneration and vegetation changes in wet spruce forests after natural and artificial disturbances. Canadian Journal of Forest Research, 37: 1907–1914.*
  44. 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: 15–27.*
  45. JONSSON M. T., EDMAN M. & JONSSON B. G., 2008: *Colonization and extinction patterns of wooddecaying fungi in a boreal old-growth Picea abies forest. Journal of Ecology 96: 1065- 1075.*

46. KORPEL Š., 1989: *Pralesy Slovenska*. Bratislava, Slovenská akadémia vied, 328 s.
47. KORPEL Š., 1991: *Pestovanie lesa* [Silviculture]. Príroda, Bratislava, 465 s.
48. KOTRLA P., 1998: Uchování a reprodukce genofondu původních populací smrku 8. lesního vegetačního stupně v Hrubém Jeseníku a Kralickém Sněžníku. Disertační práce. Brno, MZLU: 139.
49. KOTRLA P., 1999: *Pěstování sadebního materiálu buku, jedle a lípy*. [Reproductive material production of European beech, silver fir and lime.] *Lesnická práce*, 78, č. 8, s. 366-367.
50. KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J., KAPLAN Z., KIRCHNER J. & ŠTĚPÁNEK J., 2002: *Klíč ke květeně České republiky*. Academia, Praha, 928s.
51. KUČERA F., 2005: *Konkurenceschopnost lesnictví*. [on-line]. [cit. 2. 4. 2015 ]. Dostupné na: <http://www.silvarium.cz/lesnictvi/lesnictvi>.
52. KUPFERSCHMID A.D., BRANG P., SCHONENBERGER W. & BUGMANN H., 2003: *Decay of Picea abies snag stands on steep mountain slopes*. *Forestry Chronicle*, 79: 247–252.
53. KUPKA, I.: Influence of different treatment on wild cherry seedling performance. [Vliv různého ošetření sazenic třešně ptačí na jejich ujmavost.] *Journal of Forest Science*, 47, 2001, č. 11, s. 486-491, ISSN 1212-4834.
54. KUPKA, I.: Natural regeneration at different microclimatic sites in Žatec region. *Journal of Forest Science*, 48, 2002, č. 10, s. 441-450, ISSN 1212-4834.
55. KUPKA I., 2006: *Vliv hnojení při jamkové výsadbě na odrůstání kultur*. In: *Využití chemické meliorace v lesním hospodářství II*. Praha 23. 3. 2006. Praha: ČZU, s. 85-90, ISBN 80-213-1476-1.
56. KUPFERSCHMID A.D., BRANG P., SCHONENBERGER W. & BUGMANN H., 2006: *Predicting tree regeneration in Picea abies snag stands*. *European Journal of Forest Reseserch*, 125: 163–179.
57. KUULUVAINEN T., 1994: *Gap disturbance, ground microtopography, and the regeneration dynamics of boreal coniferous forests in Finland: a review*. *Annales Zoologici Fennici*, 31: 35–51.

58. KUULUVAINEN T., SYRJANEN K. & KALLIOLA R., 1998: *Structure of a pristine Picea abies forest in northeastern Europe*. Journal of Vegetation Science, 9: 563–574.
59. 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.
60. LAJZEROWICZ W. & KRASOWSKI M. M., 2004: *Light and temperature differentially limit subalpine fir and Engelmann spruce seedling growth in partial-cut subalpine forests*. Can. J. of For. Res., 34, 2004, s. 249-260.
61. 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.
62. LONSDALE D., PAUTASSO M. & HOLDENRIEDER O., 2008: *Wood-decaying fungi in the forest: conservation needs and management options*. European Journal of Forest Research 127: 1-22.
63. MAKINEN H., et al., 2001: *Climatic signal in annual growth variation in damaged and healthy stands of Norway spruce in southern Finland*. Trees, 15, s. 177-185.
64. MATĚJKOVÁ I. & JONÁŠOVÁ M., 2004: *Vliv managementu na obnovu šumavských lesů* [Impact of management of forests regeneration on the Bohemian Forest]. In: Aktuality šumavského výzkumu II, DVOŘÁK L. & ŠUSTR P. (eds) Srní, 4–7 October 2004, Správa NP a CHKO Šumava: 270–274 (in Czech).
65. MARTÍNKOVÁ J., 2008: *Význam tlejícího dřeva pro přirozenou obnovu a biodiverzitu horských lesních ekosystémů střední Evropy*. Bakalářská práce. FLD ČZU.
66. MICHALÍK P., LEONTOVYČ R., NOVOTNÝ J., VARÍNSKY J., ČABOUN V., FINĎO S., KONŔPKA B., KUNCA A., MARUŠKA A., MINĎÁŠ J., SLOBODNÍK P., TURČÁNI M. & ZÚBRIK M., 2000: *Ochrana lesov a prírody*. Príroda Bratislava, 366 s.
67. MÍCHAL I., 1983: *Dynamika přírodního lesa I–VI* [Natural forest dynamics I–VI]. Živa, 31 (69): 8–13, 48–53, 85–88, 128–133, 163–168, 233–238.

68. MORI A., MIZUMACHI E, OSONO T., DOY I., 2004: *Substrate-associated seedling recruitment and establishment of major conifer species in an old-growth subalpine forest in central Japan*. Forest Ecology Management 196: 287-297.
69. MORI A., MIZUMACHI E., OSONO T., & DOI Y., 2005: *Substrate-associated seedling recruitment and establishment of major conifer species in an old-growth subalpine forest in central Japan*. Forest Ecology and Management, 196(2), 287-297.
70. MOTTA R., 2003: *Ungulate impact on rowan (Sorbus aucuparia L.) and Norway spruce (Picea abies (L.) Karst.) height structure in mountain forests in the eastern Italian Alps*. Forest Ecology and Management, 181: 139– 150.
71. MOTTA R, BERRETTI R., LINGUA E. & PIUSSI P., 2006: *Coarse woody debris, forest structure and regeneration in the Valbona Forest Reserve, Paneveggio, Italian Alps*. Forest Ecology and Management 235: 155-163.
72. NÁROVEC V., 1998: *Průběh a závěry pochůzky po hřebenu Orlických hor dne 24. října 199*. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti Jiloviště-Strnady. Výzkumná stanice Opočno, 6 s.
73. NILSSON U., GEMMEL P., JOHANSSON U., KARLSSON M. & WELANDER T., 2002: *Natural regeneration of Norway spruce, Scot pine and birch Norway spruce shelterwoods of varying densities on a mesic-dry site in southern Sweden*. Forest Ecology and Management, 161: 133–145.
74. PALÁTOVÁ E., 2004. *Effect of increased nitrogen depositions and drought stress on the development of young Norway spruce Picea abies (L.) Karst. stands*. Dendrobiology, 51, Supplement: 41 – 45.
75. POUSKA V., 2005: *Tlející dřevo smrku a výskyt hub na Trojmezne hoře na Šumavě*. Diploma thesis. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích - Biologická fakulta.
76. 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.
77. REICHHOLF J., 1999: *Les*. IKAR, Praha.
78. RICHARD F., CHAUSSON J.S. & SURBER E., 1958: *Der Einfluss der Wasserbedingung und der Bodenstruktur auf das wachstum von Fichtenkeimlingen*. Mitt. Schweiz. Anst. Forstl. Versuchswes, vol. 34: 1-34.

79. SIMARD M. J., BERGERON Y. & SIROIS L., 2003: *Substrate and litterfall effects on conifer seedling survivorship in southern boreal stands of Canada*. Canadian Journal of Forest Research 33: 672-681.
80. SIPPOLA A. L. & RENVALL P., 1999: *Wood-decomposing fungi and seed tree cutting: A 40-year perspective*. Forest Ecology and Management 115: 183-201.
81. SCHMIDT-VOGT H., 1987: *Die Fichte* 2.Auflage, Band I, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 647 s.
82. SCHMIDT-VOGT H., 1991: *Die Fichte*. Band II/3, Verlag Paul Parey, Hamburg und Berlin, 781 s.
83. SCHÖNENBERGER W., 2002: *Post windthrow stand regeneration in Swiss mountain forests: the first 10 years after the 1990 storm Vivian*. Forest Snow and Landscape Research, 77: 61–80.
84. STEVENSOVÁ V., 1997: *The ecological role of coarse woody debris: an overview of the ecological importance of CWD in B.C. forests*. Res. Br., B.C. Min. For., Victoria, B.C. Work. Pap. 30: 26.
85. STREIT K., WUNDER J. & BRANG P., 2009: *Slit-shaped gaps are a successful silvicultural technique to promote Picea abies regeneration in mountain forests of the Swiss Alps*. Forest Ecology and Management, 257: 1902–1909.
86. SVOBODA M., 2005: *Množství a struktura mrtvého dřeva a jeho význam pro obnovu lesa ve smrkovém horském lese v oblasti rezervace Trojmezná* [Amount and structure of the dead wood and its importance for spruce regeneration in Trojmezná old-growth spruce mountain forest]. Zprávy lesnického výzkumu, 50: 33–45.
87. SVOBODA M., 2007: *Les ve druhé zóně v oblasti Trojmezné není hospodářskou smrčínou: změní se management dřívě než vznikne rozsáhlá asanovaná plocha?* [The origin of the forest in the second zone next to Trojmezná old-growth forest is natural: does the management change before it will be cut down?]. Silva Gabreta, 13: 1–18.

88. SVOBODA M. & LEPŠOVÁ A., 2004: *Kvantitativní charakteristiky tlejícího dřeva a význam hub při jeho rozkladu ve smrkovém horském lese v oblasti Trojmezná, NP Šumava*. Aktuality šumavského výzkumu II.: 280-287.
89. 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.
90. TANSLEY A. G., 1935: *The use and abuse of vegetational concepts and terms*. - Ecology, 16: 284-307.
91. VACEK S. 1981: *Vyhlídky na úspěch přirozené obnovy v ochranných horských lesích Krkonoš*. – Lesnická práce, 60/3: 118–124.
92. VACEK S., 1982: *Ekologické aspekty dekompozice biomasy v autochtonních ochranných smrčínách*. – Zprávy lesnického výzkumu, 27/2: 5–11.
93. VACEK S., 1999: *Ekologické aspekty dekompozice odumřelého dřeva v autochtonní smrčíně*. – In: Význam odumřelého dřeva v lesních ekosystémech. Sborník přednášek ze semináře. Vranov nad Dyjí, 8. a 9.10.1999, Vranov nad Dyjí, SNPP, ČLS: 49–60.
94. VACEK S., 2003: *Horské lesy České Republiky*, Mze, Praha. s. 108-131.
95. VACEK S. & KREJČÍ F., 2009: *Lesní ekosystémy v Národním parku Šumava a jejich management*. Druhé, aktualizované vydání - Lesnická Práce, Kostelec nad Černými Lesy, 512 s.
96. VAŠÍČEK J, 2005: *NIL ČR 2001-2005*. Brandýs nad Labem. ÚHUL.
97. VÁVROVÁ E., 2003: *Přirozená obnova smrku ztepilého (Picea abies) a dynamika sukcese dominant bylinného patra v průběhu rozpadu horských smrkových ekosystémů v Krkonoších*. – Ms. (dipl. práce, ÚŽP, Přír. fak. UK, Praha). s. 1-85.
98. VÁVROVÁ E., 2009: *Dynamika přízemní vegetace a přirozená generativní obnova smrku ztepilého v horských smrčínách Krkonoš v období po výrazném snížení imisí SO<sub>2</sub>* [Dynamic of ground vegetation and natural generative regeneration of Norway spruce in mountain spruce forests in the Krkonoše Mts. after a substantial reduction in SO<sub>2</sub> air pollution]. Ms., Ph.D. thesis, Charles University, Prague, 151 pp. (in Czech). (Library of the Institute for Environmental Studies, Charles University, Prague).

99. VĚTVIČKA V., 2005: *Stromy a keře*. Aventinum s.r.o. Praha. 2005. ISBN 80-7151-254-0.
100. VORČÁK J., MERGANIČ J. & SANIGA M., 2006: *Structural diversity change and regeneration processes of the Norway spruce natural forest in Babia hora NNR in relation to altitude*. Journal of Forest Science 52: 399-409.
101. VRŠKA T., et al., 2002: *Dynamika vývoje pralesovitých rezervací v České republice*. Academia, Praha.
102. ZEMAN J., 2007: *Lesnické práce*. Ročník 49/2007. [on-line]. [cit. 12. 4 2015]. Dostupné na <http://lesprace.cz/lp/vydavatelstvi-lesnicka-prace>.
103. 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.
104. ZÍBAROVÁ L., 2012: *Phellinus viticola*. Mykologie. [on-line]. [cit. 12. 4 2015]. Dostupné na [http://www.mykologie.net/index.php/houby/podle-morfologie/chorose/item/897-phellinus\\_viticola](http://www.mykologie.net/index.php/houby/podle-morfologie/chorose/item/897-phellinus_viticola).
105. ZIELONKA T., 2006: *When does dead wood turn into a substrate for spruce replacement?* Journal of Vegetation Science, 17(6), 739-746.
106. ZIELONKA T., 2006a: *Quantity and decay stages of coarse woody debris in old-growth subalpine forests of the western Carpathians, Poland*. Canadian Journal of Forest Research, 36: 2614–2622.
107. ZIELONKA T., 2006b: *When does dead wood turn into a substrate for spruce regeneration?* Journal of Vegetation Science, 17: 739–746.
108. ZIELONKA T. & PIATEK G., 2004: *The herb and dwarf shrubs colonization of decaying logs in subalpine forest in the Polish Tatra Mountains*. Plant Ecology 172: 63-72.

## Seznam příloh

1. Cestičky po napadení kůrovcem
2. Označené semenáčky
3. Semenáček vyvrácený z mrtvého dřeva
4. Rozkládající se kmen
5. Ukázka dřevokazných hub



## Přílohy

Příloha č. 1: Cestičky po napadení kůrovcem



**Příloha č. 2: Označení semenáčků**



**Příloha č. 3:** Semenáček vyvrácený z mrtvého dřeva



**Příloha č. 4: Rozkládající se kmen**



**Příloha 5: Ukázka dřevokazných hub**



*Armillaria sp.* (Zíbarová, 2012)



*Phellinus viticola* (Zíbarová, 2012)