

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta Lesnická a Dřevařská

Katedra ekologie lesa



**Výškový růst přirozené obnovy 10 let po odumření horního
stromového patra v horském smrkovém lese**

Bakalářská práce

Autor: Václav Talhofer

Vedoucí: Ing. Radek Bače, Ph.D.

2021

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Václav Talhofer

Lesnictví

Lesnictví

Název práce

Výškový růst přirozené obnovy 10 let po odumření horního stromového patra v horském smrkovém lese

Název anglicky

Height growth of natural regeneration 10 years after dieback of tree layer in mountain spruce forest

Cíle práce

Cílem práce bude zjistit, jak se liší výškový růst přirozené obnovy v raně sukcesním stádiu horského smrkového lesa:

- (1) mezi jednotlivými druhy dřevin
- (2) v závislosti na předchozí výšce jedince
- (3) mezi jednotlivými substráty, v nichž jedinci rostou

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

Klíčová slova

Smrk ztepilý, *Picea abies*, jeřáb ptačí, semenáčky, výškový přírůst, mikrostanoviště, početnost

Doporučené zdroje informací

- Ammer, C. (1996). Impact of ungulates on structure and dynamics of natural regeneration of mixed mountain forests in the Bavarian Alps. *Forest Ecology and Management*, 88(1-2), 43-53.
- 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.
- Bače, R., Svoboda, M., Janda, P., Morrissey, R. C., Wild, J., Clear, J. L., ... & Donato, D. C. (2015). Legacy of Pre-Disturbance Spatial Pattern Determines Early Structural Diversity following Severe Disturbance in Montane Spruce Forests. *PLoS one*, 10(9), e0139214.
- 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.
- Ilisson, T., Köster, K., Vodde, F., & Jöggiste, 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.
- Macek, M., Wild, J., Kopecký, M., Červenka, J., Svoboda, M., Zenáhlíková, J., ... & Fischer, A. (2017). Life and death of *Picea abies* after bark-beetle outbreak: ecological processes driving seedling recruitment. *Ecological applications*, 27(1), 156-167.
- Nováková, M. H., & Edwards-Jonášová, M. (2015). Restoration of central-European mountain Norway spruce forest 15 years after natural and anthropogenic disturbance. *Forest Ecology and Management*, 344, 120-130.
- Royo, A. A., & Carson, W. P. (2006). On the formation of dense understory layers in forests worldwide: consequences and implications for forest dynamics, biodiversity, and succession. *Canadian Journal of Forest Research*, 36(6), 1345-1362.
- Vodde, F., Jöggiste, K., Engelhart, J., Frelich, L. E., Moser, W. K., Sims, A., & Metslaid, M. (2015). Impact of wind-induced microsites and disturbance severity on tree regeneration patterns: Results from the first post-storm decade. *Forest Ecology and Management*, 348, 174-185.
- Zeppenfeld, T., Svoboda, M., DeRose, R. J., Heurich, M., Müller, J., Čížková, P., ... & Donato, D. C. (2015). Response of mountain *Picea abies* forests to stand-replacing bark beetle outbreaks: neighbourhood effects lead to self-replacement. *Journal of applied ecology*, 52(5), 1402-1411.

Předběžný termín obhajoby

2019/20 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Radek Bače, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 10. 6. 2019

prof. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 22. 2. 2020

prof. Ing. Róbert Marušák, PhD.

Děkan

V Praze dne 17. 04. 2021

Prohlášení:

„tímto prohlašuji že jsem práci na téma výškový růst přirozené obnovy 10 let po odumření horního stromového patra v horském smrkovém lese pod vedením Ing. Radka Bačeho Ph.D. vypracoval sám a využil jsem pouze prameny vypsane v seznamu zdrojů“

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

V Praze: 20.4.2021

.....

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucímu mé bakalářské práce Ing. Radkovi Bačemu Ph.D., za jeho odborné a trpělivé vedení. Týmu Botanického ústavu, díky kterým bylo možné získat a zpracovat data, matce a přátelům za jejich motivaci a podporu.

Abstrakt:

Bakalářská práce se zabývá rozpadem horního stromového patra v horském smrkovém lese důsledkem větrných disturbancí a kalamity lýkožrouta smrkového. Literární rešerše se zabývá horským smrkovým lesem, přirozenou obnovou a mikrostanovišti. U mikrostanovišť je hlavně rozebírán, jejich vliv na obnovu, která na nich roste a rozdělení mikrostanovišť.

Výzkum probíhal v Národním parku Šumava. Data se sbírala na deseti zkusných plochách po odumření původního porostu. Plochy se nacházejí v oblastech Trojmezna a Březník. Rozloha zkusných ploch byla 50×50 metrů. Na Každé z těchto ploch bylo vymezeno několik menších ploch o rozměrech 5×5 metrů. Na těchto menších plochách docházelo k samotnému sběru dat. Sběr dat se skládal z hledání a měření přírůstu jedinců nacházejících se na plochách a zjišťování mikrostanovišť, na kterých se nacházejí. Pro určení mikrostanovišť byly plochy rozděleny ještě na 100 čtverců o rozměrech 0,5×0,5 metrů. Vyskytuje se zde Smrk ztepilý a Jeřáb ptačí. Byla sledována mortalita a změny v početnosti a podle těchto údajů se v závislosti na výšce a mikrostanovišti určovalo, kde se obnově daří nejlépe.

Cílem práce je zjistit, zdali je přírůst závislí na druhu dřeviny, předchozí výšce a mikrostanovišti. Přírůst byl měřen od roku 2009 do roku 2017. Zájmové dřeviny jsou smrk ztepilý a jeřáb ptačí.

Výsledky potvrdili závislost přírůstu na výšce. Přírůst smrku se zvedal společně s výškou jedince. Hodnoty přírůstu byly značně variabilní. Pohybovali se od 0 mm až do 3700 mm. U nejmenších nevykazoval téměř žádný přírůst. Jak se výška jedince zvyšovala, tak narůstal i jeho přírůst. Přírůst jeřábu se v každé oblasti choval rozdílně. Zatímco v trojmezne měl jeřáb nejvyšší přírůst u nejmenších jedinců a následně s nabývajícím výškou jedince klesal, tak v oblasti Březníku byl přírůst u nejmenších jedinců nejnižší a postupně se zvedal s výškou jedinců. Nejčastějším mikrostanovištěm bylo mrtvé dřevo, jeho zastoupení bylo 41 % nejméně zastoupená byla vegetace pouhá 2 %. Nejvyšší přírůst byl na mikrostanovišti mechu, následovala hrabanka, mrtvé dřevo, pahýl a nejnižší přírůst byl na mikrostanovišti vegetace.

Klíčová slova:

Smrk ztepilý, *Picea abies*, jeřáb ptačí, semenáčky, výškový přírůst, mikrostanoviště, početnost

Abstract

The bachelor's thesis deals with the disintegration of the upper tree layer in the mountain spruce forest as a result of wind disturbances and barkbeetle calamity. Literary research deals with mountain spruce forest, natural regeneration and microsites. In the case of micro-stations, their influence and distribution are mainly discussed.

The research took place in the Šumava National Park. Data were collected on ten plots after the original stand had died. The areas are located in the Trojmezna and Březník areas. The area of the test plots was 50×50 meters. Several 5×5 meter areas were defined on each of these areas. Data collection itself took place on these smaller areas. Data collection consisted of searching for and measuring the growth of individuals in the areas and identifying the microsites in which they are located. To determine the microhabitats, the areas were further divided into 100 squares measuring 0.5×0.5 meters. There are Norway Spruce and Bird Crane. Mortality and changes in abundance were monitored, and based on these data, depending on height and microsite, it was determined where recovery is best.

The aim of the work is to find out whether the growth depends on the previous height and the microsites. The increase was measured from 2009 to 2017. The trees of interest are Norway spruce and rowan.

The results confirmed the height dependence of the increase. The growth of spruce rose along with the height of the individual. Increment values were highly variable. They ranged from 0 mm to 3700 mm. For the smallest, it showed almost no increase. As the individual's height increased, so did his growth. The growth of the crane behaved differently in each area. While in the triangular part the crane had the highest growth in the smallest individuals and subsequently decreased with the increasing height of the individual, in the Březník area the growth was the lowest in the smallest individuals and gradually increased with the height of the individuals. The most common microsite was dead wood, its representation was 41%, the least represented was vegetation only 2%. The highest growth was in the microsite of moss, followed by rake, dead wood, stump and the lowest growth was in the microsite of vegetation.

Keywords:

Norway spruce, *Picea abies*, Rowan, seedlings, height gain, microsites, abundance

Obsah	
1.Úvod:	14
2.Cíl práce:.....	16
3. Literární rešerše	17
3.1 Horský smrkový les.....	17
3.2. Přírozená obnova lesa	17
3.2.1 Přírozená obnova smrku.....	18
3.2.2 Výškový přírůst.....	19
3.3 Disturbance	19
3.3.1 Větrná disturbance.....	20
3.3. Mikrostanoviště přírozené obnovy.....	20
3.3.1 Faktory ovlivňující přírozenou obnovu	21
3.3.2. druhy mikrostanovišť	21
4. Metodika	25
4.1.popis lokalit.....	25
4.2 Historický vývoj zájmové oblasti.....	28
4.3. Popis zkusných ploch.....	28
4.4.Vybavení a pomůcky.....	29
4.5. Sběr dat.....	29
5.Výsledky	32
5.1. závislost přírůstu na předchozí výšce.....	32
5.2. Závislost přírůstu na předchozí výšce a mikrostanovišti	37
5.3. Procentuální zastoupení mikrostanovišť	38
6.Diskuze:	39
6.1. výškový přírůst v závislosti na dřevině:.....	39
6.2. Výškový přírůst na mikrostanovišti:	40

6.2.1 Přírůst na jednotlivých mikrostanovištích	40
7.Závěr:	44
8.Zdroje:.....	46

Seznam grafů:

Graf 1. Přírůst 2009-2017

Graf 2. Přírůst Trojmezná 2009-2017

Graf 3. Procentuální zastoupení dřevin Trojmezná

Graf 4. Přírůst Březník 2009-2017

Graf 5. procentuální zastoupení dřevin Březník

Graf 6. přírůst na mikrostanovištích 2009-2017

Graf 7. Procentuální zastoupení mikrostanovišť

Seznam obrázků:

Obr.1. Plocha 7

Obr.2. Plocha 13 Na Ztraceném

Obr.3 Plocha 11 Prameny Vltavy

Obr. 4 Plocha 12 Prameny Vltavy

1.Úvod:

Horský smrkový les je významným ekosystémem. Jedná se převážně o lesy ochranné. Plní hlavně protierozní funkci. Dřevinná skladba je zde Smrk ztepilý s malou příměsí jeřábu ptačího. Tyto lesy jsou pravidelně postihovány disturbancemi, převážně větrnou a napadením podkorním hmyzem. (Holeksa & Cybulski 2001, Kulakowski & Bebi 2004)

Přirozená obnova těchto porostů je zásadně ovlivněna mnoha biotickými i abiotickými činiteli. Mezi hlavní abiotické patří přístupnost světla a vody a nejdůležitějším činitelem je kvalita půdního substrátu. (Price et al. 2001) Mezi nejdůležitější z biotických činitelů ovlivňující horské porosty patří konkurence s okolní vegetací. (Pages et al. 2003; Cunningham et al. 2006)

Disturbance zásadně ovlivňují dynamiku a strukturu lesa. (Fischer et al. 2002, Kulakowski & Bebi 2004, Holeksa et al. 2007) Při menších disturbancích dochází k odumírání pouze jednotlivců, nebo menších skupinek. Odumření celých porostů mají na svědomí velkoplošné disturbance, nejčastěji v podobě přemnožení Lýkožrouta smrkového a bořivých větrů. (Dobrovolný & Brázdil 2003, Svoboda et al. 2010)

V roce 2007 došlo k oběma jmenovaným disturbancím. V podobě orkánu Kyrill a až do dnešních dní trvající kůrovcové kalamitě (Kulakowski & Bebi 2004). Lýkožrout smrkový je nedílnou součástí smrkového lesa. Za normálních podmínek jsou však jeho stavy nízké a nedochází většímu poškození. K nárůstu jeho populací dochází během vhodných klimatických podmínek. Těmi jsou teplá a suchá léta. Dále se jeho populace zvětšují při narušení a oslabení porostů jinou disturbancí. (Kulakowski & Veblen 2002, Kulakowski et al. 2003)

Kůrovcová kalamita má na svědomí tisíce hektarů odumřelých lesů na území národního parku Šumava. (Háněl 2004) Po škodách způsobených orkánem Kyrill a rozrůstajícím se stavů Lýkožrouta smrkového, byla potřeba upravit způsob hospodaření v národních parcích. (Jonášová 2001, Zemek & Heřman 2001)

v jehličnatých lesích je prokázán pozitivní vliv mrtvého dřeva na přirozenou obnovu. (Bellingham and Richardson 2006; Lonsdale et al., 2008) Aby byla přirozená obnova v těchto oblastech i přes velkoplošné disturbance a odumření mateřských porostech možná, tak je potřebné pochopit, jak se les dokáže s těmito

disturbancemi vyrovnat. Účelem této práce je zjistit přírůsty jednotlivých dřevin a na jakých mikrostanovištích vykazují největší přírůsty.

2.Cíl práce:

Cílem bakalářské práce je zjištění, jak se liší přírůst smrku ztepilého a jeřábu ptačího 10 let po rozpadu horního stromového patra: mezi jednotlivými dřevinami, v závislosti na předchozích výškách jedince a přírůstů v jednotlivých substrátech ve kterých se jedinec nachází.

3. Literární rešerše

3.1 Horský smrkový les

V 90. letech minulého století způsobila kůrovcová kalamita odumírání polopřirozených smrkových porostů v Šumavském národním parku. Byla zde uplatněna dvě různá opatření: 1. malé plochy v centrální zóně národního parku byly ponechány bez zásahu přirozené obnově. 2. využilo se tradičních technických postupů, při kterých došlo k odstranění napadených stromů.

Na plochách ponechaných bez zásahu se nejvíce vyskytoval smrk ztepilý a jeřáb ptačí, zřídka Buk Lesní (*Fagus sylvatica*). Plochy po odstranění napadeného a mrtvého dřeva naopak vykazovali slabší obnovu Smrku a Jeřábu. Na vyklizených plochách byly nalezeny pionýrské dřeviny Vrba (*Salix aurita*), Bříza (*Betula pubescens*) a Topol Osika (*Populus Tremula*).“

Pro obnovu smrku bylo zjištěno nejvhodnější mikrostanoviště: tlející dřevo pod odumřelým korunovým patrem. Výsledky potvrdily, že se původní dřevinné druhy horských smrkových porostů obnovovali pod mrtvým dospělým porostem. Kůrovcová kalamita nezpůsobila úplnou ztrátu lesů a mohla by se považovat za příležitost návratu k přirozenému lesu. (Jonášová, Prach 2004)

3.2. Přirozená obnova lesa

Klíčem k obnově lesa po disturbanci je jeho přirozená obnova. Jeho druhové složení, prostorové rozpoložení a struktura mají zásadní vliv na biodiverzitu a odolnost budoucího lesa. (Swanson et al. 2011, Donato et al. 2012)

Může probíhat pouze tam, kde dochází k odumření, nebo rozpadu mateřského porostu. (Korpel' 1991) Po odumření mateřského porostu důsledkem disturbance dochází k velkému poklesu semenného materiálu. Úspěch nastoupení nové generace většinou závisí na jedincích narostlých před disturbancí. (Kuuluvainen 1994, Franklin et al. 2002, Svoboda et al. 2012)

zvýšený přísun světla a nárůst zásoby živin podporuje růst nové generace, (Metslaid et al. 2007, Kaňa et al. 2012) ale rychlost obnovy také závisí na konkurenci rozšiřujícího se bylinného patra a druhu mikrostanoviště. (Kuuluvainen and Juntunen 1998, Jonášová and Prach 2004)

3.2.1 Přírozená obnova smrku

Smrk Ztepilý (*Picea abies*) dobře snáší konkurenci okolních dřevin. Jeho počáteční dominance může být potlačena ostatními dřevinami, například pionýrskými dřevinami. Jako u ostatních druhů smrku, je reprodukční potenciál *Picea abies* závislý na intenzitě a ploše semenného deště ovlivněného semenným rokem a vzdáleností od přeživších dospělých stromů a na stromech s častým semenným rokem nacházejících se v zasažené zóně. (*LePage et al. 2000, Hansen 2003, Martínez et al. 2013*)

Poměrně velká tolerance zastínění dovoluje smrku se obnovovat ve velkém zápoji. Většinou roste na husto a dokáže přežít i po odumření dospělého porostu (*Bauer 2002, Svoboda et al. 2010, Wild et al. 2014*). Konkurence schopnost může být potlačena nadměrnou disturbancí (například vysoká a rychlá úmrtnost) anebo když je obnova moc nízká (*Frelich a Reich 1999*).

Pionýrské dřeviny, které lépe rostou na přímém světle jako vrba (*Salix*) Topol Osika (*Populus tremula*), bříza (*Betula*) a v nějakých vegetačních stupních Jeřáb Ptačí (*Sorbus aucuparia*) mohou smrku přebrat dominanci díky častým semenným rokům a rychlému výškovému přírůstu. (*Raspé, Findlay a Jacquenmart 2000, Holeksa a Zywiec et l. 2013*).

Lýkožrout smrkový je nedílnou součástí přirozeného smrkového lesa. Jeho vlivem dochází k udržování lesní dynamiky. Podkorní hmyz působí jako faktory zařizující redukci méně vitálních, nahuštěných nebo jinak oslabených jedinců a v přirozených podmínkách i méně adaptovaných jedinců. (*e.g. Barbosa and Wagner 1989, Berryman 1986, Byers 1996, Jakus 1998, Tunset et. al. 1993*). Vytvořením místa pro novou generaci se stává přirozená obnova reálnou.

Lesy ovlivněné lidskou činností jsou však na napadení lýkožroutem náchylnější. Tím se kůrovci stávají velkým nebezpečím téměř ve všech lesích,

protože člověkem neovlivněných lesů se u nás nachází velmi málo. (*Jonášová, Prach 2004*)

3.2.2 Výškový přírůst

Největší vliv na výškový přírůst obnovy má její velikost. Další důležitým činitelem je zápoj. Zápoj ovlivňuje přírůst tím, že jeho vlivem reguluje průchod světla, které dopadá na povrch. Mezi další vlivy patří nadmořská výška, doba tání sněhu a kompetice s okolní vegetací. (*Cunningham et al. 2006 a*) Přírůst klesá se zvyšující se nadmořskou výškou. Může za to extrémnější klima. (*Kupferschmid & Bugmann 2005*)

Společně s výškou jedince se zvedá i jeho přírůst. (*Metslaid et al. 2007*) Obnova vykazuje lepší přírůst na otevřené ploše než v plném zástínu. (*Mayer et al. 2004*) Nejpriznivější je však mírný zápoj. (*Cunningham et al. 2006 a*) Je v něm snížen vliv extrémního klimatu a obnova méně trpí suchem. (*Jonášová & Prach 2004*) Zároveň nedochází k přebytečnému zástínu, který by růst zpomaloval. (*Cunningham et al. 2006 a*)

Neméně důležitý je vliv mikrostanoviště, na kterém se obnova nachází. (*Kupferschmid & Bugmann 2005*) Přírůst na jednotlivých mikrostanovištích vykazuje podobné hodnoty, krom mikrostanoviště tvořeného tlejícím dřevem. Toto stanoviště vykazuje pomalejší přírůst. Důvod je odhadován na vysokou hustotu obnovy, která způsobuje velikou konkurenci. (*Szewczyk & Szwagrzyk 1996, Kathke & Bruelheide 2010*) a nedostatek živin. (*Harmon et al. 1986*)

3.3 Disturbance

Disturbance jsou přirozenou součástí většiny ekologických systémů. (*LANDRES et al. 1999*) Za disturbanci považujeme přechodnou událost narušující, či způsobující odumírání jedinců nebo menších skupin. Mohou být způsobeny vlivem přírody nebo člověkem. Disturbance podporují různorodost krajiny a druhovou diverzitu. Jejich vlivem se tvoří prostor pro obnovu. (*Zenáhliková 2012*)

Disturbance Jsou jedním z hlavních činitelů ovlivňujících dynamickou variabilitu lesů. Mohou být způsobeny vlivem přírody nebo člověkem. (*Kulakowski*

& *Bebi 2004*) Důsledkem disturbancí je rozvrácení zápoje a jsou podstatnou součástí tvorby a uspořádání společenstev. (*Zenáhliková 2012*)

Disturbance půdy jsou významné Pro dynamiku lesa tím, že podporují klíčivost a zvyšují bohatost druhů. (*Mayer et al. 2004*) Nejvýznamnějšími činiteli na území střední Evropy, ovlivňují dynamiku horských lesů, se považuje vítr a hmyzí škůdci. (*Kulakowski & Bebi, 2004*)

3.3.1 Větrná disturbance

Větrná disturbance je jednou z nejzávažnějších pro lesní porosty. (*Clinton et al. 2000*). Smrk je na vítr velice náchylný kvůli mělkému kořenovému systému. Důsledkem toho jsou časté vývraty (*Musil 2003*) Důsledkem větrné disturbance vznikají mezery v zápoji a tvoří se nová mikrostanoviště. (*Clinton & Baker 2000, Palmer et al. 2000, Ulanova 2000*)

3.3. Mikrostanoviště přirozené obnovy

Mikrostanoviště definuje prostředí, které má jedinečné znaky, podmínky nebo vlastnosti, kde se nová obnova nachází. Mezi jeho hlavní složky se řadí přízemní vegetace, vrstva humusu. (*Hansen 2003*) Jejich příznivost je ovlivněna mnohými biotickými a abiotickými činiteli (*Kuuluvainen & Kalmari 2003*) velikost jejich vlivu z pravidla roste s zvyšující se nadmořskou výškou. (*Kupferschmid & Bugmann 2005*) Mikrostanoviště splňující požadavky obnovované dřeviny se nazývá příznivé mikrostanoviště. (*Harper et. al. 2016*)

Pro obnovu a přežití smrku ztepilého jsou podmínky vytvořené mikrostanovišti zásadním činitelem. (*Jonášová & Prach 2004*) Velikost semen Smrku má za důsledek jeho zvýšené nároky na typ substrátu více než ostatní druhy dřevin. (*Knapp and Smith 1982 in Green et al. 1999*) Různými stanovištními faktory je významně ovlivněno rozmístění smrkové obnovy. (*Mori et al 2004*)

Každý druh mikrostanovišť je příznivý pro jinou vývojovou fázi zmlazení. Jedna jsou vhodnější pro uchycení obnovy a další zase pro její přežití a růst. Jednotlivé typy mikrostanovišť vykazují znatelně rozdílné biometrické vlastnosti. (*Kathke & Bruelheide 2010*) Prostorové rozmístění přirozené obnovy není náhodné,

obnova se nahloučí v místě s příznivým mikrostanovištěm (*Baier et al. 2007, Mori et al 2004*)

3.3.1 Faktory ovlivňující přirozenou obnovu

Události ovlivňující obnovní proces, probíhají během rozšiřování semen, klíčení a ranného vývoje semenáčků (*Mori et al. 2004*). Pro úspěšné přirozeného obnovení smrku musí být splněny tři faktory: zdroj semenného materiálu, vhodné podmínky a mikrostanoviště. (*Jonášová & Prach 2004*) K tomuto navazuje spousta dalších Faktorů.

Závažnost jejich významu je chápáno mnohými autory jinak. Jedná se o faktory které ovlivňují klíčení, uchycení, jejich růst, přežití a mortalitu zmlazení jednotlivý autoři udávají: vývoj vegetace, (*Mayer et al. 2004,13 Rammig et al. 2006*), množství a přítomnost banky zmlazení, (*Brang 1998, Grassi et al. 2003,Rammig et al. 2006*) historický vývoj porostů, charakteristika mateřských porostů, (*Sterba et al.1997*) povaha semenné banky, (*Mayer et al. 2004*) okus, (*Ott et al. 1997, Sterba et al. 1997, Cunningham et al. 2006b, Hanssen2003*) přístupnost světla, (*Mayer et al. 2004*) populační dynamika lesa, (*Rammig et al. 2006*) faktory související s vlhkostí, dostupností živin, alelopatií, (*Hanssen 2003*) kompetice s okolní vegetací, (*Canham et al. 1990, Grassi & Bagnaresi 2001*) sních a mraz (*Vacek & Podrázský 2003, Cunningham et al.2006 b*) a konkurence mezi obnovou. (*Jonášová & Prach 2004*) Mezi další parametry se řadí velikost, sklon, orientace na světové strany, nadmořská výška, geologické podloží, typ půdy nebo přítomnost a nedostatek dospělých stromů sloužících jako zdroj semenného materiálu. (*Rammig et al. 2006*)

Všemi uvedenými faktory je ovlivněna obnova lesa, přesněji její rozmístění, stav, charakteristika, druhová skladba, přírůst a důsledkem všeho zmíněného i celkový charakter budoucího lesa. (*Zenáhlíková 2012*)

3.3.2. druhy mikrostanovišť

Tlející dřevo

Tlející dřevo a přirozená obnova jsou úzce spjaté. Rozkládající se kmeny, trouchnivějící pařezy a ostatní rozkládající se dřevitá hmota slouží jako výborné mikrostanoviště pro počáteční obnovu. (*Bellingham and Richardson 2006, Lonsdale et al. 2008*) Význam tlejícího dřeva při obnově smrku byl zjištěn po celém světě. (*Brang et al. 2003 Mori et al. 2004, Bauer 2002, Brang 1998, Kuuluvainen & Kalmari 2003, Bauer et al. 2008, Kuuluvainen & Kalmari 2003*)

Závislost smrkové obnovy na stádiu rozkladu byla prokázána v Japonsku (*Mori et al., 2004; Narukawa et al. 2003, Takahashi et al. 2000*) a Polsku (*Zielonka, 2006*) Výsledky byly v obou oblastech podobné. Obnově se na mrtvém dřevě začíná dařit v druhém desetiletí rozkladu mrtvého dřeva. (*Zielonka, 2006*)

V této fázi je půda obohacena o živiny a tvoří se kvalitní humus, na kterém se nově obnově daří. (*Harmon, 1987, 1989 b, Takahashi et al. 2000*) obnově se přestává dařit ve chvíli, kdy dojde k úplnému pokrytí kmene mechem. (*Iijima and shibuya 2010, Iijima et al. 2007, Ziolenka and Piatek 2004*)

V obnově horských smrkových lesů je jeho význam zásadní a zvyšuje se zvětšující se nadmořskou výškou. (*Jonášová 2001*) Úspěšný růst smrku na tlejícím dřevě byl prokázán na mnoha územích, kde se vyskytuje horský smrkový les ve středoevropské oblasti. (*Ježek 2004, Holeksa 1998, Jonášová & Matějková 2007, Hunziker & Brang 2005, Svoboda 2006, 2007, Baier et al. 2007, Jonášová & Prach 2004, Zielonka 2006 b, Motta et al. 2006*)

Podobné výsledky byly zjištěny i v boreálních lesích v severní Evropě. (*Lilja et al. 2006, Kuuluvainen et al. 1998, Hofgaard 1993*) V Evropských subalpínských lesích mohou populace sazenic smrku ztepilého na mikrostanovišti *tvořeného* tlejícím dřevem představovat více než 50 % celkové obnovy. (*Bače et al., Svoboda et al. 2010*)

Dřevo má větší vodní kapacitu, než minerální půda a má příznivé podmínky pro mykorrhizní houby. (*Zielonka 2006 a*) Tlející dřevo po rozložení slouží jako dobrý zdroj živin pro semenáčky. Bylo zjištěno, že semenáčky na substrátu tvořeném tlejícím dřevem mají mnohem větší biomasu a obsah živin než semenáčky rostoucí na ostatních substrátech. (*Baier et al. 2007, Baier et al. 2006,*)

Tlející dřevo efektivně izoluje semenáčky od konkurujících rostlin. (*Zielonka 2006 a*) Hustota zmlazení roste se stupněm rozkladu tlejícího dřeva. (*Jonášová & Prach 2004, Zielonka 2006 a*) S postupujícím rozkladem se zvyšuje

obsažený dusík (*Zimmerman et al. 1995*) a vodní zásoba, tím nabývá tlející dřevo na důležitosti v oblastech, na kterých je problém se suchem. (*Baier et al. 2007*)

Na dřevě, které je již úplně rozložené se obnově již tolik nedaří, protože se na ní ve velké míře rozrůstá konkurující vegetace, nebo dochází k velké mortalitě důsledkem moc hustého zmlazení. (*Kathke & Bruelheide 2010*) Příliš velká vrstva mechu negativně ovlivňuje vznik a růst nových semenáčků. (*Harmon and Franklin 1989, Iijima and shibuya 2010, Takahashi et. al. 2000*)

Množství tlejícího dřeva je podmíněno tím, jaká disturbance proběhla. Vzniká převážně při větrné disturbance a napadení hmyzem nebo houbovým patogenem. Nejvíce tlejícího dříví díky vývratům a polomům způsobeným sněhem nebo větrem. (*Siitonen et al. 2000*)

V případě vyvrácení či polomu, kdy tlející dříví leží dochází k okamžitému rozkladu a kmen plní výše popsanou funkci. V případě napadení hmyzem nebo houbou je rozdíl v tom, že strom odumírá ve stoje a trvá až 20 let, než spadne dolů a začne sloužit jako vhodné stanoviště pro obnovu. (*Holeksa 1998, Siitonen 2001*) Tímto se zpozdí proces rozkladu, který ve větším měřítku začne probíhat až po pádu na zemi. (*Zenáhliková 2012*)

V prvních stádiích se převážně nachází velký podíl tlejícího dřeva. V dospívajících porostech se již vyskytuje zřídka, jeho objem stoupá až společně s odumíráním starého porostu. Problém stojících souší je, že samotný rozklad začíná až po doteku se zemí. Doba rozkladu se pohybuje mezi 70-80 let a je schopna trvat i 100 let. (*Zielonka 2006 a*)

V případě souší dochází k opadu kůry a jehličí (*Kupferschmid et al. 2002*) Tento opad slouží jako funkční kompenzace zdroje živin, kterou by jinak bylo samotné tlející dřevo. (*Kupferschmid et al. 2002, Heurich 2001*) Obnova je zde však zpomalena. Pro Jeřáb se tato stanoviště naopak jeví jako ideální (*Heurich 2001*)

Vegetace

Vegetace svou konkurencí s obnovou zásadně ovlivňuje její výskyt a přežití. (*Kupferschmid et al.2002*) Dochází zde ke kompetici o živiny, vodu a světlo. (*Cornett et al. 1998*) Z počátku obnovy dochází i k zastínění obnovy. (*Cunningham et al. 2006 b*)

Hrabanka

Jedná se poměrně chudé stanoviště, čím větší vrstva hrabanky, tím se její vliv více jeví jako negativní. (*Hanssen 2003*) Její nevýhody jsou rychlé odpaření vody, negativní vliv na půdní podmínky při rozkladu jehličí a velké zahřívání. (*Pellisier 1993*). Pro obnovu je v hrabance náročné také rozrůstání kořenového systému. (*Brang 1998, Greene et al. 1999*)

Má však i svá pozitiva. Je v ní nízká šance výskytu konkurující vegetace a svým rozkladem může do půdy dostávat potřebné živiny. Toto mikrostanoviště však nebývá moc rozsáhlé, takže často dochází k nedostatku světla díky vegetaci vyskytující se vedle tohoto stanoviště. (*Hanssen 2003*)

Mech

Na mechu dochází k dobrému uchycení smrkové obnovy. (*Jonášová & Prach 2004*) Dobře zadržují vzdušnou vlhkost. Velice napomáhají smrkové obnově po větrné disturbanci. (*Simard et al. 1998, Wohlgemuth et al. 2002*)

Výsledkem několika studií bylo, že rašeliník je vhodný substrát. (*Ohlson & Zackrisson 1992, Hörnberg et al. 1997*). Má však sklonu k předrůstání a dušení obnovy. (*Hanssen 2003*)

4. Metodika

Výzkum probíhal v Národním parku Šumava. Zakládání ploch proběhlo těsně před odumřením mateřského porostu způsobeným kůrovcovou kalamitou. Plochy se nacházely na dvou lokalitách. Plochy 3-7 jsou v okolí lokality „Trojmezná“ a plochy 10-14 jsou na lokalitě „Březník“.

4.1. popis lokalit

Trojmezná

Zkusné plochy se nacházejí v oblasti ohraničené vrcholem Trojmezná a Třístoličník s nadmořskou výškou 1167–1275 m. Dominantní dřevinou je zde smrk ztepilý. V malém množství se zde vyskytuje jeřáb ptačí.

Území je od roku 2007 bezzásahové. Úhrn srážek se pohybuje mezi 1200-1400 mm za rok. (Kopáček *et al.* 2002) Oblast byla často narušována vlivem větru. (Anděra *et al.*, 2003) Dřevinnou skladbu tvoří převážně smrk až z 98 % a je zde drobné zastoupení Jeřábu kolem 2 %. (Zenáhlíková 2012).



Obr.1. Plocha 7

Březník

Nachází se na území ohraničeného Luzenským údolím z východu a Modravskou a Roklanskou pánví ze západu. Území je bezzásahové. V rozmezí let 1996-2000 odumřela většina stromového patra kvůli napadení dřevokazným hmyzem, převážně Lýkožroutem smrkovým.

Výškové rozmezí je zde v rozmezí 1175-1280 m.n.m. Průměrné srážky jsou zde 1500 mm ročně. Teplota zde dosahuje průměrných hodnot okolo 4°C. (Jonášová & Prach 2004) Zde byly založeny plochy P10-P14. Jejich poloha byla vybírána, tak aby byla pokryta variabilita v početnosti zmlazení. (Zenáhlíková 2012)



Obr.2. Plocha 13 Na Ztraceném



Obr.3 Plocha 11 Prameny Vltavy



Obr. 4 Plocha 12 Prameny Vltavy

4.2 Historický vývoj zájmové oblasti

Trojmezna

Porosty v oblasti trojmezna vznikali koncem 19. století po zasažení vichřicí v roce 1870. Po vichřici došlo ke kalamitě lýkožrouta smrkového a následné asanační těžbě v období mezi 1874 a 1882. Než k těmto událostem došlo, tak se porosty klasifikovali jako pralesovité. Dřevinná skladba byla 100 % smrku (*Jelínek 1997 Příloha 3.*) Nové porosty vznikaly za působení třech zmiňovaných faktorů. (*Svoboda & Zenáhlíková 2009*) V první polovině minulého století se jednalo o bezzásahovou oblast s druhovou skladbou složenou ze smrku, jeřábu a břízy. (*Jelínek 1997*)

Mezi lety 1950–1989 se území nacházelo v zakázaném hraničním pásmu. Během tohoto období se zde téměř nehosponářilo. Od 90. let dochází neustálému narušování porostů větrem a lýkožroutem smrkovým. 1991 došlo k vyhlášení Národního parku Šumava a zařazení zájmového území do první zóny. Roku 1995 došlo vyčlenění z první zóny a zahrnutí do zóny druhé.

V roce 2007 byl národní park zasažen orkánem Kyrill který narušil až zničil velké lesní plochy včetně porostů v blízkosti zkoumaných ploch. Následně došlo k napadení lesů lýkožroutem smrkovým a postupnému odumírání porostů. (*Zenáhlíková 2012*) oblast patří do hercynské oblasti. Půdním typy se řadí jako Ranker Kryptopodzol a Podzol. (*Kopáček et al. 2002*)

Březník

Na rozdíl od trojmezny zde byla vichřicí závažně zasažena pouze plocha P14. Stáří současných porostů se pohybuje kolem 120 let. Jedná se o bezzásahové území, ale v minulosti zde k těžbě docházelo, což má za důsledek malou koncentraci tlejícího dřeva.

4.3. Popis zkusných ploch

Zkusné plochy se nachází na území Národního parku Šumava. Rozloha ploch je 50 x 50 metrů. Hranice ploch jsou označeny geodetickými body a barevně označenými hraničními stromy.

Plochy pokrývá mrtvé dřevo a jsou vystaveny otevřenému slunci bez dospělého porostu. Na těchto plochách jsou rozmístěny zkusné plochy o rozměrech 5 x 5 metrů. Jejich hranice jsou označeny geodetickými body a kolíky s červeným vrchem, které jsou zatlučeny metr od kraje plošky.

Na těchto plochách dochází ke sběru dat. Každý jedinec je označen kovovým štítkem s evidenčním číslem, který je na stromek přidělán drátkem namotaným tak, aby nepoškozoval kmínek. Tyto plochy jsou dále děleny na čtverce o rozměru 0,5x0,5 metru. Hranice čtverců jsou ohraničeny čtveřicí hřebu s navázaným žlutým fáborkem.

4.4. Vybavení a pomůcky

Zápisník – je rozdělen na listy jednotlivých ploch. Dále jsou listy každé plochy děleny na jednotlivé zkusné plochy, na kterých jsou data zjišťována. Na listech každé zkusné plochy jsou rozepsány jednotlivé čtverce. Každý nalezený jedinec má v zápisníku vlastní řádek, ve kterém se evidují jeho přírůsty. Dále se zde zapisují mikrostanoviště, na kterých stromky rostou.

Pásmo – k ohraničení plochy a usnadnění orientace.

Skládací dvou metr – proměření přírůstů a celkové výšky

Měřičská lať – při plném vysunutí 5 metrů dlouhá pro měření výšky, pro případ že skládací dvou metr není dostačující

Výtyčky- 4 vytyčky k označení hranic čtverců, pro lepší orientaci při sběru dat.

4.5. Sběr dat

Sběr dat probíhal na deseti zájmových plochách nacházejících se ve dvou částech Národního parku Šumava Plochy 3-7 v lokalitě Trojmezna a plochy 10-14 v lokalitě Březník. Tyto lokality byly založeny těsně před odumřením původního porostu důsledkem gradace populace lýkožrouta smrkového, která byla důsledkem Orkánu Kyrill roku 2007.

Ke sběru dat došlo na deseti plochách o rozměrech 50x50 m. čtyři z nich byly založeny mezi lety 2006-2007 a v rámci výzkumu začala být využívána roku 2008. zbylé plochy vznikly roku 2009. Vybírány byly, tak aby šlo o bezzásahové hospodaření a plocha byla čerstvě napadena lýkožroutem smrkovým.

Na plochách došlo k zaměření přeživšího stromového patra a tlejícího dřeva technologií FieldMap. Dále došlo k rozdělení ploch na čtverce o rozměrech 5 x 5 m na kterých došlo k odhadu vegetace a změření zmlazení. Se znalostí těchto údajů se vybralo na každé ploše 5 těchto čtverců, které mají pokrýt variabilitu jednotlivých ploch. Každý z těchto čtverců byl rozdělen na 100 menších o rozměrech 0,5 x 0,5 m na kterých probíhá sběr dat o dynamice a mikrostanovištích. (Zenáhlíková 2012)

Terénní práce

Každý rok došlo ke sběru dat a evidence nově nalezených jedinců. Sběr probíhal na výše zmíněných výzkumných plochách o rozměrech 5 x 5 metrů. Na těchto zkusných plochách byla evidována výška jedinců a jejich mikrostanoviště. Mikrostanoviště bylo zjišťováno pro každý o rozměrech 0,5 x 0,5 metrů zvlášť. Při sběru dat se utvořila dvoj členná četa složená ze zapisovače a měřiče.

Měřic se po zvýraznění hranic plošky pomocí pásma, vybaven skládacím dvou metrem pro měření přírůstů po zorientování připravil k prvnímu čtverci. Hranice dílku si označil zapíchnutím vytyček do všech čtyř rohů. Po nalezení a vytyčení hranice prvního dílku hledal evidenční štítky s čísly. V případě že drátek, kterým byl štítek upevněn přiškrcoval stromek, nebo zarostl v půdě nebo zrezl a rozpadl se, drátek vyměnil a připevnil na stromek tak, aby nespadl, ale zároveň sazenici nepoškozoval a nedošlo zarástnutí drátku do kmínku.

V případě, že byl štítek v pořádku, nebo poté co došlo k nahrazení měřiče nahlásil o jakou se jedná dřevinu, číslo štítku a čtverce ve kterém se nachází. Zapisovač našel jedince v zápisníku a nahlásil měřiči poslední evidovaný přírůst a poslední evidovanou celkovou výšku. Poté si nechal nahlásit letošní přírůst, následně i aktuální celkovou výšku. V případě nalezení pouze štítku, mrtvého jedince nebo nenalezení ani štítku ani stromku byl jedinec zaevidován jako mrtvý. Nalezené mrtvé stromky se odstranili a štítek se odebral. V případě nově nalezeného jedince bez evidence se přidělil štítek, se zatím neevidovaným číslem

se změřily se přírůsty, celková výška, určilo se mikrostanoviště a stromek se evidoval.

Při zjištění, že v evidenci u jedince chybí více než letošní přírůst, měřič změřil i přírůsty zapomenuté v minulých měřeních. Po změření, oštitkování známých i nově nalezených stromků a odstranění mrtvých se určilo mikrostanoviště.

Byla rozlišována mikrostanoviště – mrtvé dřevo, mech, hrabanka, vegetace a pahýl. Byla zde odhadována i pokryvnost vegetace. Byl sledován výskyt jednotlivých druhů rostlin, dále pokryvnost mechorosty, mrtvým dřevem a plocha, kterou zabíral pahýl.

U mrtvého dřeva se odhadovalo stádium rozkladu dle klasifikace definované Maserem et al. (1979). Odhad vegetace se dělal pro každý čtverec zvlášť. V případě, že se nějaký druh nacházel na méně než procentu, tak byl zapsán jako r. Tento proces proběhl ve všech 100 čtvercích na každé zkusné ploše.

Maserova kvalifikace:

1 – čerstvá kláda

2 – kláda starší, tvrdá, počáteční stupeň hniloby

3 – pokročilé stádium rozkladu, vysoký stupeň hniloby, držící pohromadě

4 – značný stupeň hniloby a rozkladu, měkká, rozpadající se, často porostlá mechem, vegetací

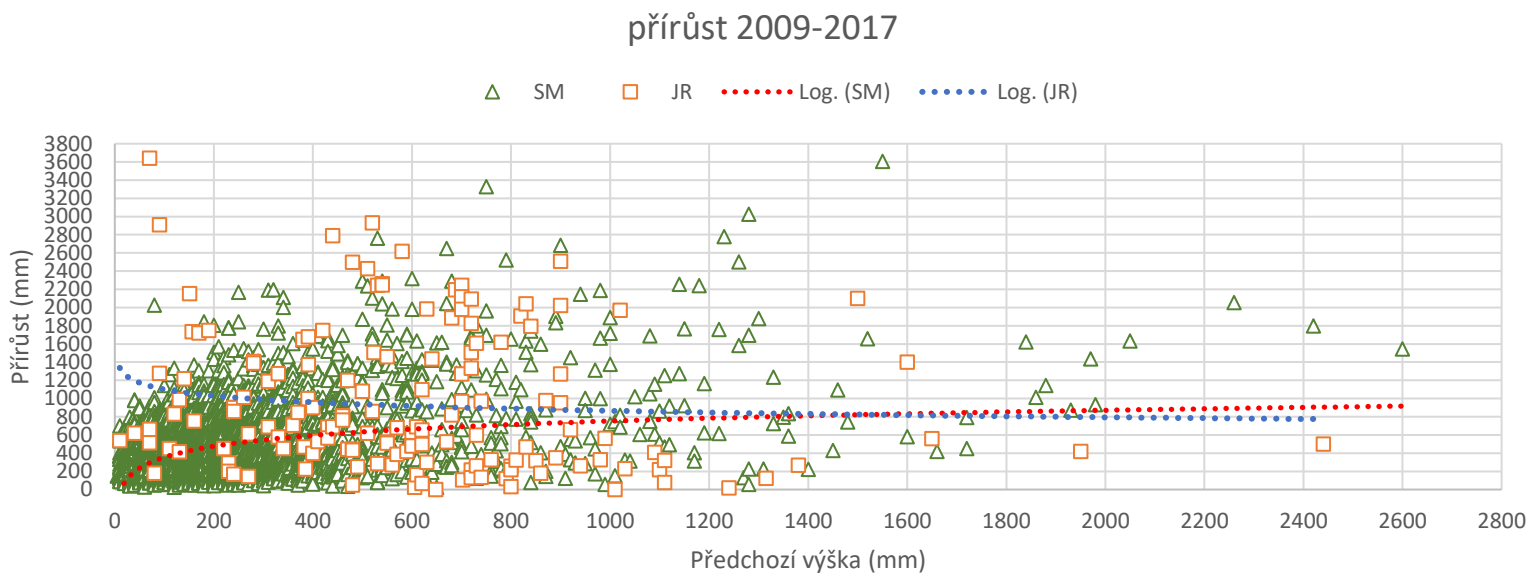
5 – s nejvyšším stupněm rozkladu, v terénu již těžce patrné, nedržící pohromadě, většinou porostlé mechem, vegetací

Názvosloví vegetace se určilo podle Kubáta et al. (2002)

(Zenáhlíková 2012)

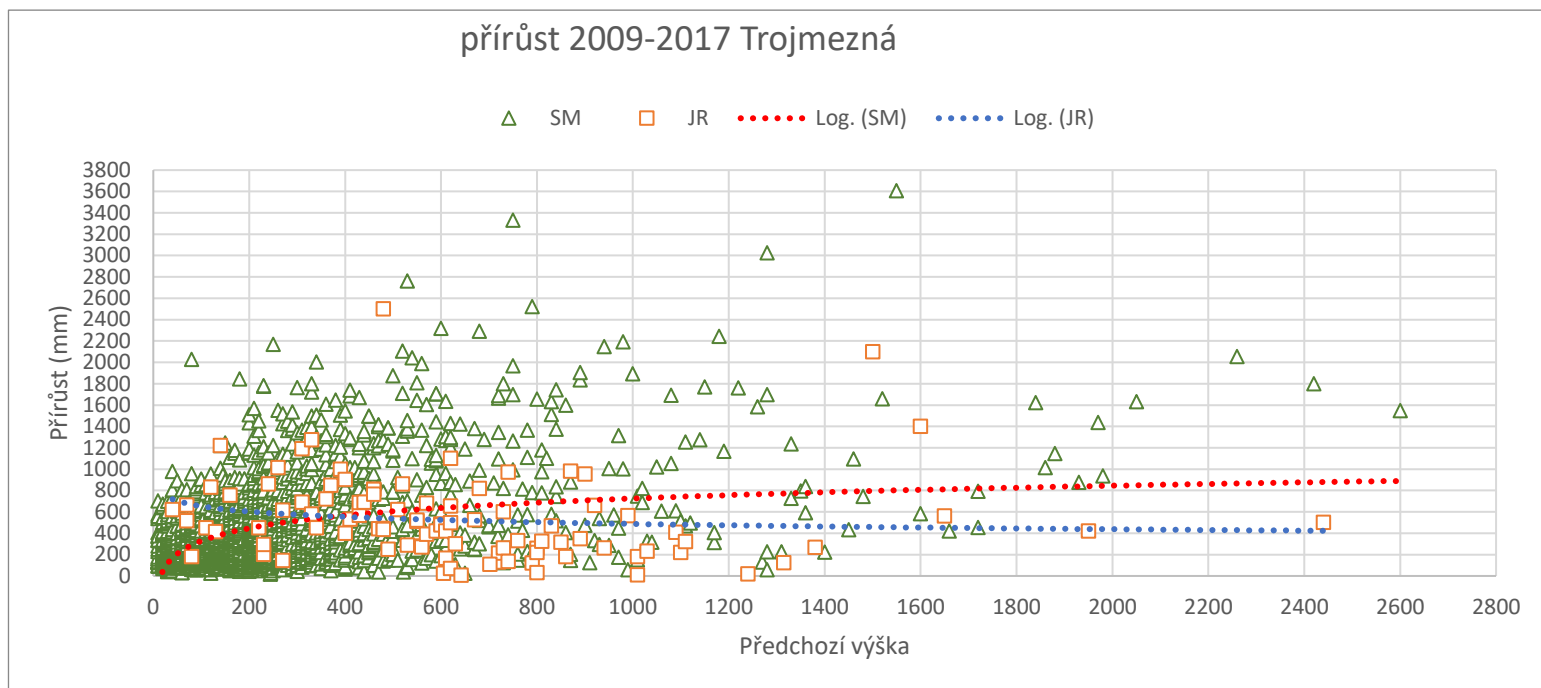
5. Výsledky

5.1. závislost přírůstu na předchozí výšce



Graf 1. Graf vyjadřuje přírůsty smrku ztepilého a jeřábu ptačího od roku 2009 do 2017. osa x vyjadřuje výšku jedince v roky 2009. V grafu jsou vynesena data ze všech ploch. Osa y vyjadřuje přírůst jedince. Modrá spojnice značí závislost přírůstu jeřábu na jeho předchozí výšce. Červená spojnice značí závislost přírůstu smrku na jeho předchozí výšce.

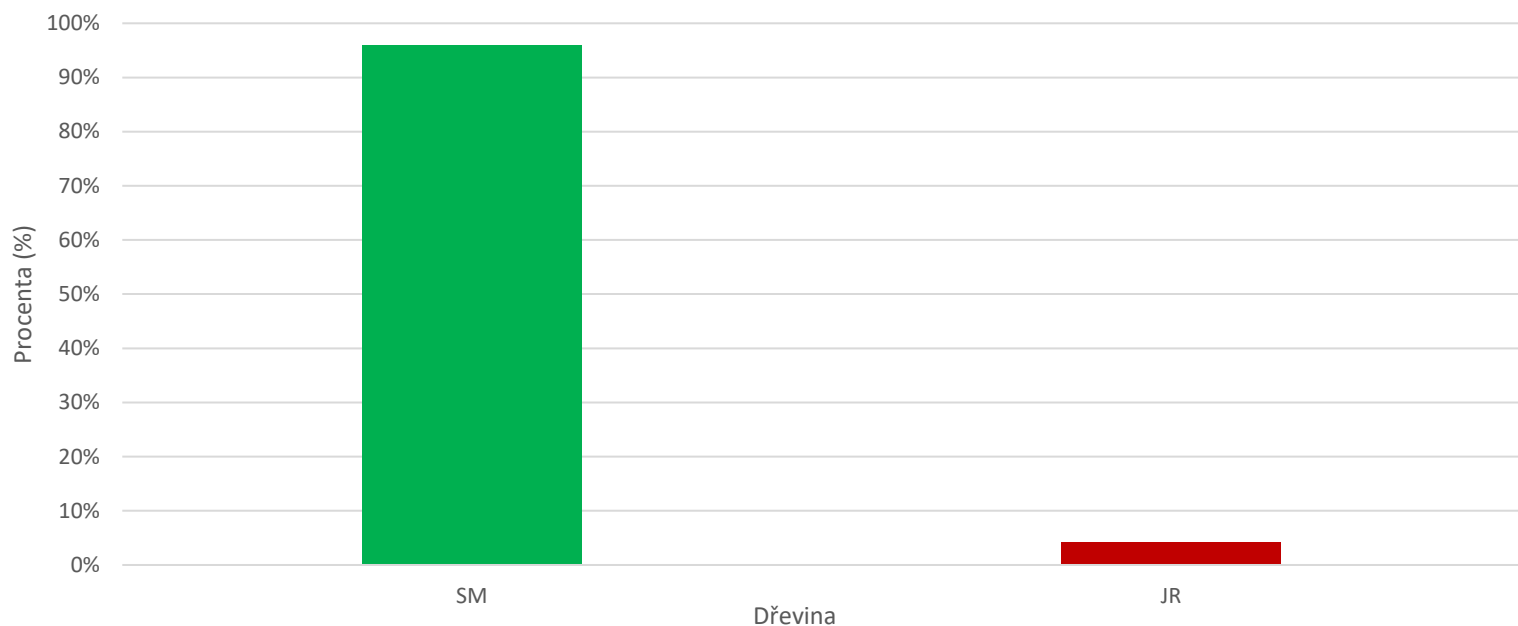
Smrk vykazuje velký nárůst přírůstu do hodnoty 800 mm. Dále se hodnota přírůstu již o moc nezvyšuje. Přírůst jeřábu je zde nejvyšší u nejmenších jedinců. Dále zdatelně klesá, až po hodnotu 1000, od které již klesá pomaleji. Hodnoty přírůstu jsou značně variabilní. Pohybují se v rozmezí od téměř 0 mm až po 3700 mm.



Graf 2. Graf vyjadřuje přírůst smrku ztepilého a jeřábu ptačího od roku 2009 do 2017 na Plochách 3-7 (Trojmezna). Osa x vyjadřuje výšku jedince v roce 2009. osa y vyjadřuje přírůst do roku 2017. Červená spojnice značí závislost přírůstu smrku na jeho předchozí výšce. Modrá spojnice značí závislost přírůstu jeřábu na jeho předchozí výšce.

Přírůst smrku stoupá s výškou jedince. Do výšky 1000 stoupá o větší hodnoty. Dále již pomaleji. Přírůst jeřábu je nejvyšší u nejmenších jedinců a se zvyšující se výškou jedince klesá. Po výšce 400 klesá o znatelné hodnoty. Dále klesá pomaleji.

Procentuální zastoupení dřevin Trojmezná

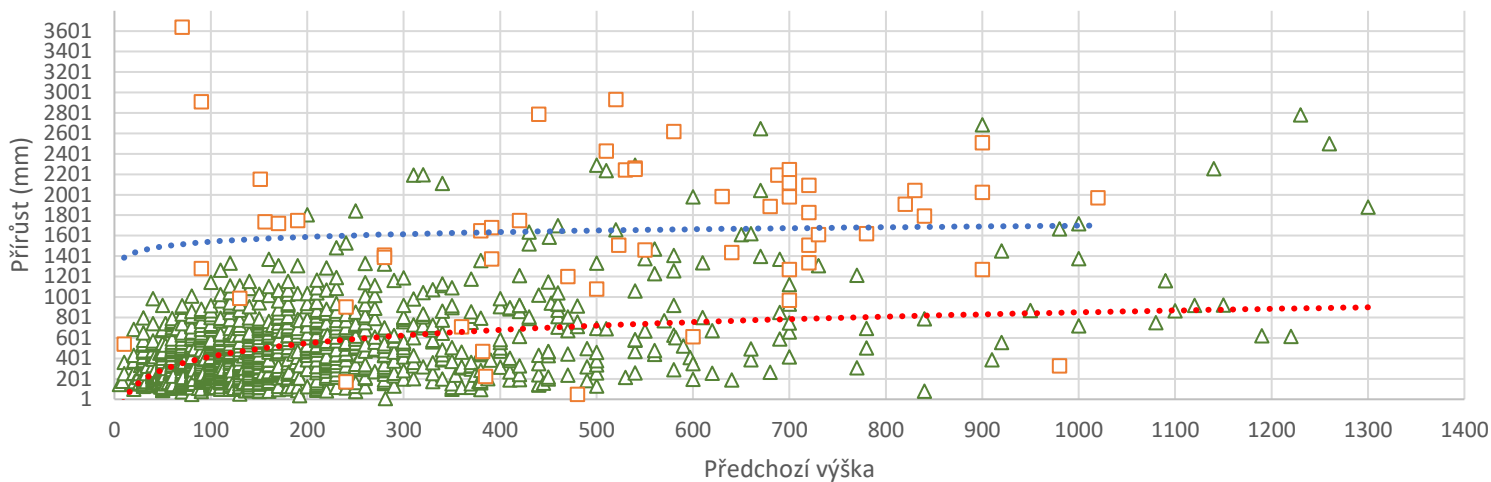


Graf 3. V grafu je zobrazeno procentuální zastoupení dřevin v oblasti Trojmezná

Je zde jasná převaha smrku, který zde zabírá 95 % z celkových zkoumaných jedinců. Jeřáb zabírá pouhých 5 %.

přírůst 2009-2017 Březník

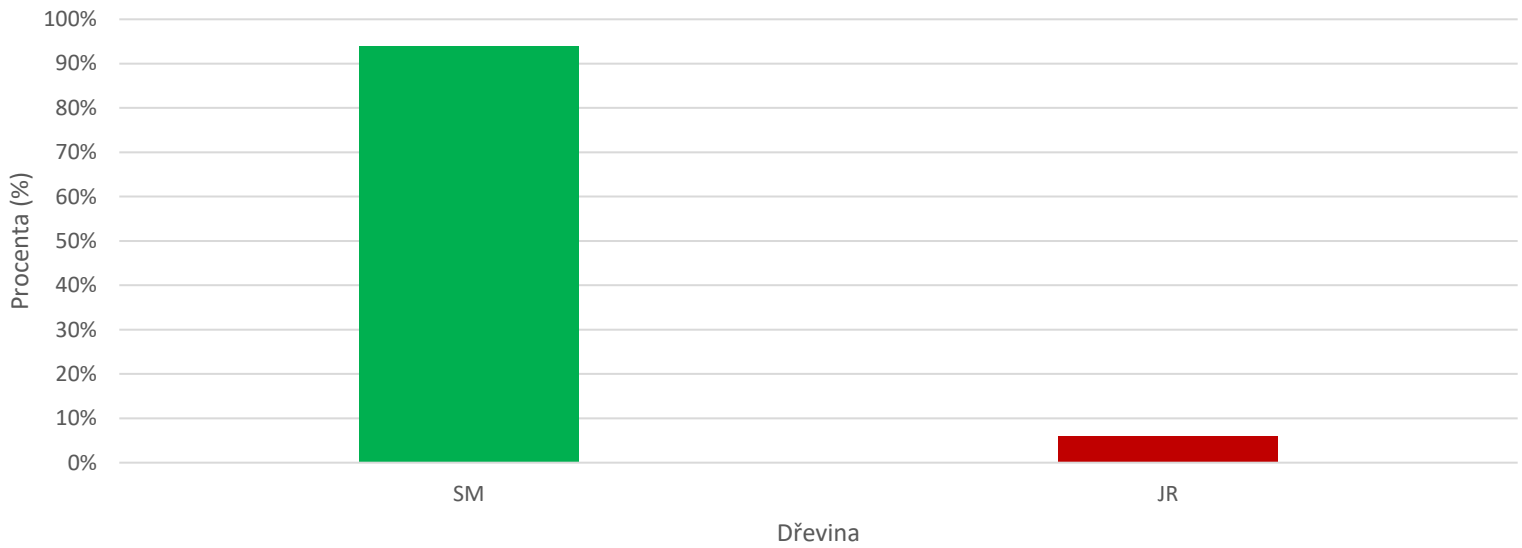
△ SM □ JR Log. (SM) Log. (JR)



Graf 4. Graf vyjadřuje přírůst smrku ztepilého a jeřábu ptačího od roku 2009 do 2017 na plochách 10-14 (Březník). Osa x vyjadřuje výšku jedince v roce 2009, osa y vyjadřuje přírůst do roku 2017. Červená spojnice značí závislost přírůstu smrku na jeho předchozí výšce. Modrá spojnice značí závislost přírůstu jeřábu na jeho předchozí výšce.

Přírůst smrku roste společně s výškou. Po hodnotu 200 se zvyšuje o hodně. Dále jen o malé hodnoty. Jeřáb vykazuje do výšky 100 nižší přírůst. Dále hodnota pouze pomalu stoupá.

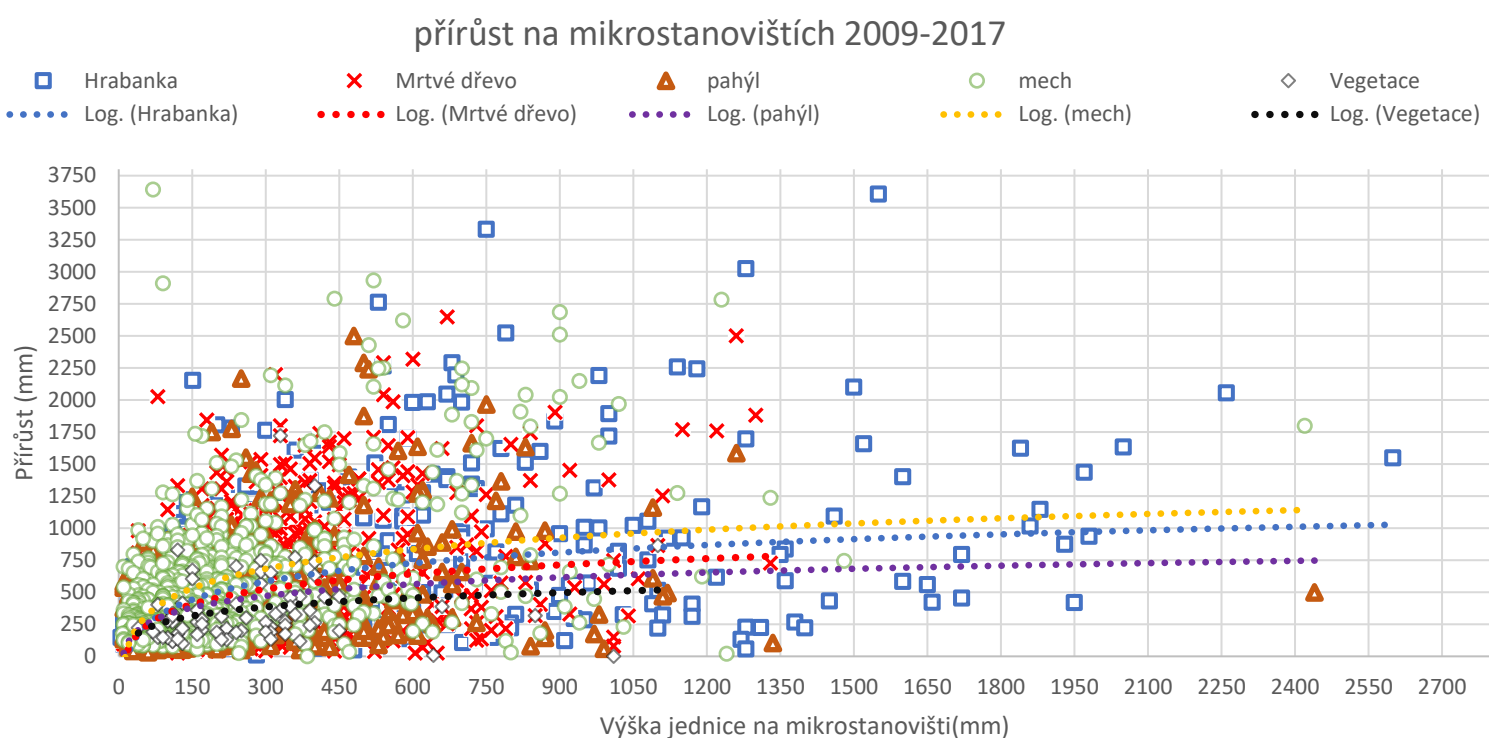
Procentuální zastoupení dřevin Březník



Graf 5. V grafu je vykresleno procentuální zastoupení dřevin.

Smrku zde absolutně dominuje. Jeho zastoupení je 94 % z celkového zastoupení dřevin. Jeřábu je zde pouze 6 %

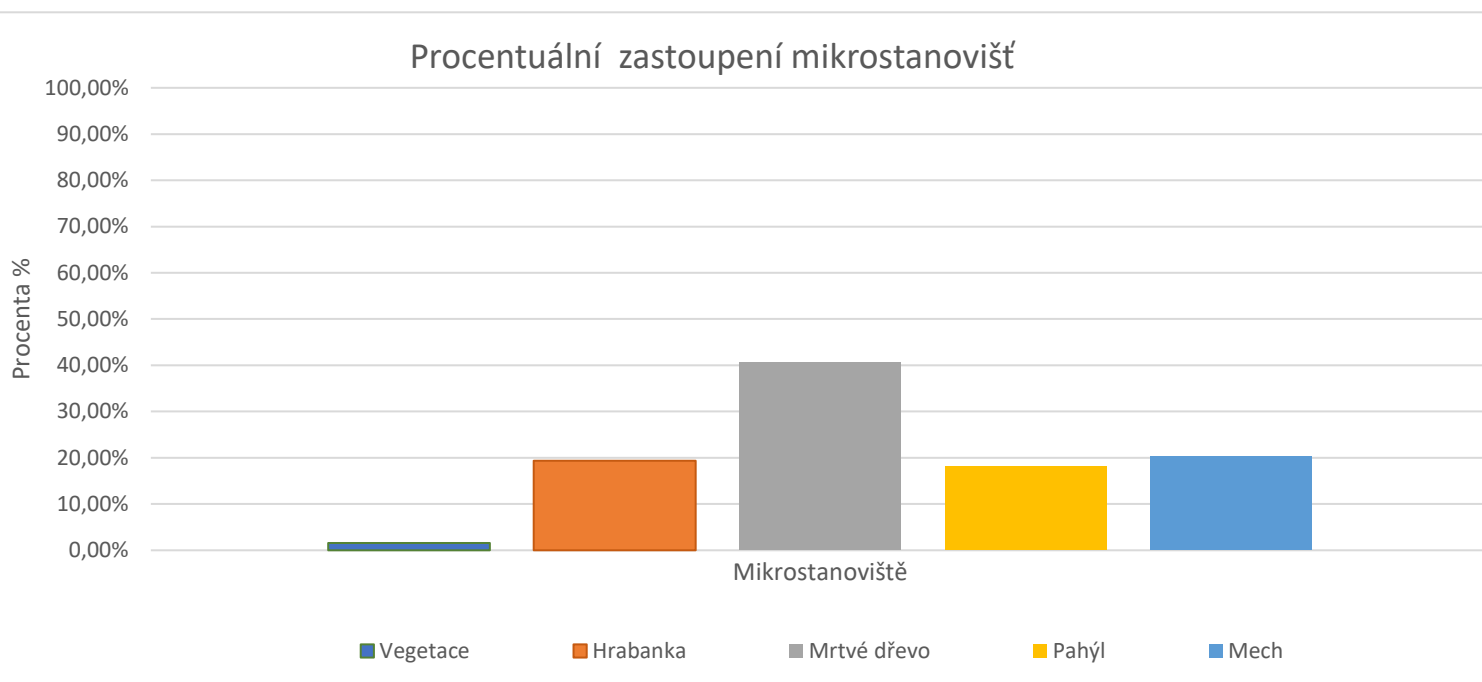
5.2. Závislost přírůstu na předchozí výšce a mikrostanovišti



Graf 6. Graf vyjadřuje přírůst jedinců na jednotlivých stanovištích s ohledem na původní výšku. Na ose x jsou vyneseny původní výšky v roce 2009. Na ose y jsou vyneseny přírůsty jedinců do roku 2017. Modrá spojnice vyjadřuje přírůst jedinců na hrabance. Červená spojnice vyjadřuje přírůst jedinců na mrtvém dřevě. Fialová spojnice vyjadřuje přírůst jedinců na pahýlu. Žlutá spojnice vyjadřuje přírůst jedinců na mechu. Černá spojnice vyjadřuje přírůst jedinců na vegetaci.

Celkový nejvyšší přírůst u malých jedinců je vidět na mechu. O trochu menší přírůst vykazuje hrabanka. Ta však vykazuje větší přírůsty u odrostlých jedinců. Následuje mrtvé dřevo, které má však druhou nejnížší maximální původní výšku v roce 2009 z monitorovaných mikrostanovišť, ale zdá se být vhodným mikrostanovištěm pro menší jedince. Na pahýlu se převážně vyskytují menší jedinci. Přírůsty na něm však mají dobré. Vegetace má nejnížší původní výšku i přírůst.

5.3. Procentuální zastoupení mikrostanovišť



Graf 7. Graf vyjadřuje procentuální zastoupení mikrostanovišť. Zleva do prava jsou zde vynesena mikrostanoviště: vegetace, hrabanka, mrtvé dřevo, pahýl a mech. Osa x vyjadřuje jednotlivá mikrostanoviště. Osa y ukazuje procentuální zastoupení jednotlivých mikrostanovišť

Vegetace je zde zahrnuta z 2 %. Hrabanka je zde obsažena z 19 %. Mrtvé (tlející) dřevo je zde obsaženo z 41 %. Pahýl (pařez) je zde obsažen z 18 %. Mech je zde obsažen z 20 %. Z výsledku je jasná dominance mrtvého dřeva. Vegetace prokazuje pouze stopové zastoupení. Zastoupení mechu, hrabanky a pahýlu se od sebe nijak znatelně neliší.

6. Diskuze:

Práce se zabývá výškovým přírůstem obnovy horského smrkového lesa po odumření horního stromového patra. Výzkum byl proveden na plochách v oblastech Trojmezna a Březník. Přírůst byl zjišťován v závislosti na druhu dřeviny. Dřeviny, které zde byly zkoumány byly Smrk ztepilý a Jeřáb ptačí. Dalším parametrem byla výška v roce 2009. Z této výšky bylo zjišťováno, jestli je přírůst závislý na předchozí jedince. Poslední zjišťovanou hodnotou byl přírůst na mikrostanovištích. Mikrostanoviště byla určena jako: Hrabanka, Mech, Mrtvé dřevo, Pahýl, Vegetace. Pro dřeviny a mikrostanoviště bylo také určeno ještě jejich procentuální zastoupení.

6.1. výškový přírůst v závislosti na dřevině:

Hlavním činitelem ovlivňující výškový přírůst smrkové obnovy je výška jedince. (*Cunningham et al. 2006 a*) Z výsledků získaných v této práci je potvrzeno, že přírůst je pevně spjat s výškou. U smrku je hodnota přírůstu hodně variabilní, ale je na ní poznat, že se hodnota maximální hodnota přírůstu zvětšuje ději stále stoupá ale již jen o malé hodnoty. U jeřábu je závislost na předchozí výšce také prokázána. Chová se však v každé oblasti jinak. Zatímco na Březníku stejně jako u smrku se přírůst zvedá s výškou jedince. Na Trojmezne je u nejmenších jedinců přírůst nejvyšší a se zvedající se výškou jedinců jeho hodnota klesá.

Celkový přírůst jeřábu byl v obou oblastech vyšší než smrkový. Smrk však převyšuje jeřáb svou početností. V oblasti Trojmezna smrk tvoří celých 95 % a v oblasti Březníku 94 %. Na Březníku bylo pouze 6 % Jeřábu, ale v přírůstu předešel smrk od nejmenších, až po největší jedince. Na Trojmezne je jeřáb zastoupen z 5 % u nejmenších jedinců smrk v přírůstu převyšuje a je tomu tak až po 400 mm. Od této hodnoty dále je jich smrkový přírůst větší.

Výškový přírůst Jeřábu vykazuje velké hodnoty převážně u menších jedinců a následně klesá. Se zvyšující se výškou jedince klesá i počet jedinců. Důvodem bude to, že Jeřáb ptačí v horských podmínkách dosahuje maximální výšky kolem 3 m. (*Boublík 2013*) po sečtení větších přírůstu a výšky v roce 2009 přibližně tato

hodnota vyjde. 47 % obnovy jeřábu bylo poškozeno okusem. (Zenáhlíková 2012)
To bude důvodem proč mnoho jedinců vykazuje nízké přírůsty.

6.2. Výškový přírůst na mikrostanovišti:

Důležitým faktorem pro výškový přírůst obnovy je mikrostanoviště, na kterém roste. (Kupferschmid & Bugmann 2005) Výsledky prokazují že přírůst je ovlivněn mikrostanovištěm, na kterém se nachází.

Jednotlivá mikrostanoviště mají podobné hodnoty přírůstu. Výjimkou je mikrostanoviště tvořené mrtvým dřevem. Zde je přírůst menší. Nejpravděpodobnějším faktorem, který to způsobuje je velká hustota obnovy, díky které dochází k nadměrné konkurenci (Szewczyk & Szwagrzyk 1996, Kathke & Bruelheide 2010)

Výsledné hodnoty přírůstu na jednotlivých mikrostanovištích jsou podobné v tom, že všechny mají u nejmenších jedinců nejmenší přírůst a s rostoucí výškou jedince jejich hodnota stoupá. Jinak jsou však odlišné. Původní výška na mikrostanovišti mrtvého dřeva a vegetace byla oproti ostatní nízká. Přírůst byl nižší, než u mechu a hrabanky, ale převyšoval hodnoty pahýlu a vegetace. Také převažoval ostatní mikrostanoviště svým zastoupením. Mrtvé dřevo tvořilo 41 % zkoumaných mikrostanovišť.

Pro nejmenší jedince se prokázala jako nejvhodnější mikrostanoviště mech, mrtvé dřevo a pahýl. U vyšších jedinců je naopak znát, že je nejvhodnějším stanovištěm hrabanka. Vegetace je nejméně zastoupené mikrostanoviště a zároveň jsou na něm zjištěny nejmenší přírůsty.

6.2.1 Přírůst na jednotlivých mikrostanovištích

Mech:

Mech je vhodným mikrostanovištěm pro obnovu smrku. Největší význam má pro uchycení obnovy. (Jonášová & Prach 2004) Má dobrou absorpční schopnost. Je příznivým stanovištěm pro obnovu zasaženou velkoplošnou disturbancí. (Simard et al. 1998, Wohlgemuth et al. 2002)

Mech je zastoupen z 20 %. Zdá se být opravdu nejvhodnějším mikrostanovištěm. Ze všech zkoumaných mikrostanovišť pro počáteční obnovu. Má největší hodnoty přírůstu u nejmenších jedinců. Nejvíce se na mechu nacházejí jedinci s původně menší výškou. V rozmezí od 0 mm do 600 mm se vyskytuje ve velkém měřítku. To potvrzuje, že je vhodným mikrostanovištěm pro počáteční obnovu. Dále je na něm stále veliký přírůst, ale již není tolik obsažen.

Hrabanka:

Hrabanka je mikrostanoviště chudé na živiny (*Hanssen 2003*) Dochází na ní k rychlému odparu vody. Její rozklad může mít negativní vliv na půdní poměry. (*Pellisier 1993*). Pro kořenový systém obnovy je těžké prorůst skrz hrabanku (*Brang 1998, Greene et al. 1999*) Její rozklad může mít i pozitivní vliv a tvořit vhodný humus. Hrabanka potlačuje růst vegetace. Toto mikrostanoviště často nepokrývá moc velkou souvislou plochu. (*Hanssen 2003*)

Z výsledků je vidět, že se Hrabanka jeví jako nejproduktivnější stanoviště. Rozsah původních velikostí je zde od nejmenších až po nejvyšší jedince. Hrabanka prokazuje menší hodnoty přírůstu u nejmenších jedinců, ale u původně vyšších jedinců ostatní mikrostanoviště převyšuje. Je zastoupena z 19 %.

Zastoupením mrtvé dřevo nepřekonal, ale přírůsty i původní výšku má větší. I menších jedinců má poměrně velké přírůsty. Z toho je znát, že zde ke špatnému uchycení sazenic na hrabance nedochází. Nejvíce je však obsažena u původně vyšších jedinců. Do 400 mm původní výšky se vyskytuje jen zřídka, ale od této hodnoty dále se vyskytuje ve velkém množství. Vzhledem k velkým hodnotám přírůstu tato mikrostanoviště chudá na živiny nebudou.

Mnoho autorů považuje hrabanku za nejpříznivější mikrostanoviště. (*Hanssen 2003, Jonášová & Prach 2004, Valkonen & Maguire 2005, Baier et al. 2007*)

Výsledky ukazují, že pro počáteční obnovu je nejpříznivějším mikrostanovištěm je mech, ale na druhou stanu se od výšky 1200 mm vyskytuje převážně jen hrabanka a vykazuje vysoké přírůsty. Z toho lze usoudit, že pro již odrostlé jedince je opravu nevhodnějším mikrostanovištěm.

Mrtvé dřevo:

Tlející dřevo je výporným mikrostanovištěm pro novou obnovu. (*Bellingham and Richardson 2006, Lonsdale et al. 2008*)

Výsledky potvrzují, že tomu tak je. Původní výškové rozpětí jedinců nacházejících se na mikrostanovišti tvořeného mrtvým dřevem je 0 mm až 1350 mm. A největší koncentrace je od 0 mm do 750 mm. Z těchto výsledků lze říct, že je mrtvé dřevo výborným mikrostanovištěm pro počáteční obnovu. Dobrý přírůst smrkové obnovy na mrtvém dřevě byl zjištěn také v subalpínských lesích Severní Ameriky, Evropy a Japonska (*Lonsdale et al. 2008*)

Mikrostanoviště tlejícího dřeva vykazuje menší přírůsty. (*Szewczyk & Szwagrzyk 1996, Kathke & Bruelheide 2010*) Mrtvé dřevo svým přírůstem převyšuje mikrostanoviště tvořené vegetací a pahýl. U původně menších jedinců má podobné přírůsty jako jedinci na mechu. Z těchto poznatků není nijak znatelné, že by na mrtvém dřevě byl přírůst menší.

Až 50 % smrkové obnovy se může v podmínkách Evropského subalpínského lesa nacházet na mrtvém dřevě. (*Bače et al., Svoboda et al. 2010*)

Vysoký podíl mrtvého dřeva vůči ostatním mikrostanovištím se zde potvrdil. Mrtvé dřevo tvoří 41 % zjišťovaných mikrostanovišť. I přes nejvyšší zastoupení je většina jedinců nahuštěna mezi hodnotami 0 mm až 750 mm.

Pahýl:

Rozkládající pařezy jsou vhodné mikrostanoviště pro počáteční obnovu. (*Bellingham and Richardson 2006, Lonsdale et al. 2008*)

Z výsledku je znát, že do výšky 750 mm mají jedinci rostoucí na tomto mikrostanovišti veliký přírůst. Lze z toho usoudit, že je opravdu vhodným mikrostanovištěm pro počáteční obnovu. U odrostlých jedinců se téměř nevyskytuje, a když ano, tak jsou přírůsty nízké. Mikrostanoviště je však obsaženo pouze z 18 %

Vegetace:

Vegetace negativně ovlivňuje obnovu vzájemnou kompeticí. (*Kupferschmid et al.2002*)

Původní výškové rozpětí vegetace je 0 mm až 450 mm. Přírůsty na tomto mikrostanovišti jsou malé. Její zastoupení je 2 %. Z takto nízkého zastoupení nelze vyvodit smysluplný závěr.

7.Závěr:

Práce se zabývala závislostí přírůstu přirozené obnovy v horských smrkových lesích od roku 2009 do roku 2017. Zájmové dřeviny jsou smrk ztepilý a jeřáb ptačí. Krom dřevin zde byl zjišťován také přírůst na jednotlivých mikrostanovištích. Zkoumaná mikrostanoviště byla: hrabanka, mrtvé (tlející) dřevo, pahýl, mech a vegetace. Přírůsty byly porovnávány s výškou původní jedinců v roce 2009.

U smrku byla prokázána závislost přírůstu na předchozí jedince. Do prvního metru přírůsty značně narůstaly společně s počáteční výškou. Dále tato závislost stále platí, ale gradace přírůstu je již pomalejší. Na lokalitách v oblasti Březníku, byla největší původní výška jedince 1300 mm. Na Trojmezné byl nejvyšší jedinec v roce 2009 vysoký 2600 mm. V obou lokalitách se přírůst chová obdobně.

U jeřábu Na Trojmezné mají největší přírůst jedinci s původně nejmenší výškou. Dále s rostoucí výškou jedinců přírůst klesá. Nejvyšší výška jeřábu na trojmezné v roce 2009 byla 2440 mm. Na Březníku se přírůst jeřábu choval opačně. U nejmenší původní výšky jedince je přírůst nejvyšší. Až po 100 mm původní výšky se přírůst zvyšuje o znatelné hodnoty. Dále stále narůstá, ale již jen o nepatrné hodnoty. Nejvyšší původní výška v roce 2009 u jeřábu zde byla 1020 mm.

Nejzastoupenějším mikrostanovištěm je mrtvé dřevo. Zabírá 41 % všech mikrostanovišť. Původní výšky v roce 2009 se pohybují v rozmezí od 10 mm do 1330 mm. Největší hustota tohoto mikrostanoviště je od 0 mm do 750 mm. Zde vykazuje veliký přírůst.

Mech zabírá 20 % ze zkoumaných mikrostanovišť. Hodnoty původní výšky jedince v roce 2009 jsou v rozmezí od 8 mm do 2042 mm. Největší koncentrace tohoto mikrostanoviště je od 0 mm do 500 mm původní výšky. Zde má ze všech mikrostanovišť největší přírůsty. Pro počáteční obnovu se jeví jako nejvhodnější mikrostanoviště.

Procentuální zastoupení hrabanky je 19 %. Rozmezí původní výšky je od 5 mm do 2600 mm. Do 500 mm původní výšky se moc nevyskytuje. Dále se již vyskytuje hodně a od výšky 1200 mm převyšuje přírůsty ostatních jedinců. Je v nich vidět postupný nárůst se zvyšující se původní výškou. Z výsledků je vidět, že je hrabanka nejvhodnější mikrostanoviště pro odrostlou obnovu.

Pahýl tvoří 18 % všech zkoumaných mikrostanovišť. Výšky v roce 2009 se pohybují od 10 mm do 2440 mm. Z výsledku je znát, že je stejně jako mech a mrtvé dřevo vhodným mikrostanovištěm pro počáteční obnovu.

Posledním zkoumaným mikrostanovištěm je vegetace. Je zastoupena z pouhých 2 %. výškové rozmezí jedinců v roce 2009 se pohybuje od 40 do 1100 mm. Přírůst se zvedá s výškou jedince, ale jeho hodnoty jsou ze všech zkoumaných mikrostanovišť nejnižší.

Závislost přírůstu na předchozí výšce byla prokázána. U jednotlivých dřevin bylo zjištěno rozdílné chování přírůstu. Pro počáteční obnovu se ukázalo být nejvhodnější mikrostanoviště mech. Dále i mrtvé dřevo a pahýl. Pro odrostlé jedince se zdá být nejlepším mikrostanovištěm hrabanka. Vegetace se zdá být nejhorším mikrostanovištěm.

Závislost přírůstu na předchozí výšce byla prokázána. Nejvhodnější mikrostanoviště pro obnovu do jednoho metru je ze zjištěných dat mech. Dále mrtvé dřevo, pahýl. Pro odrostlé jedince je nejvhodnější mikrostanoviště hrabanka. a nejméně vegetace. Přírůsty jsou hodně variabilní. Hlavním důvodem je pravděpodobně nadbytek světla. Za normálních podmínek by obnova rostla pomaleji v zástínu mateřského porostu. Pro starší s dobře vyvinutým kořenovým systémem to znamená větší přírůst, ale pro mladé jedince to znamená převážně menší přírůsty. Z důvodu nedostatku vláhy a zastínění staršími jedinci.

Sběr dat dále probíhá a je možné, že při příštím zpracování budou výsledky rozdílné. Vzhledem k stále se měnícímu klimatu a intenzitě disturbancí je potřebné ve výzkumu pokračovat a monitorovat vývoj těchto lesů.

8.Zdroje:

1.BAČE R., JANDA P., SVOBODA M., : Effect of microsite and upper tree layer on natural regeneration in the mountain spruce forest stand Trojmezna (Šumava National Park). *SILVA GABRETA*, 15: 67–83. (2009)

2.BAIER R., Ettl R., HAHN C. & GOTTLEIN A., : Early development and nutrition of Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) seedlings on different seedbeds in the Bavarian limestone Alps – A BIOASSAY. *ANNALS OF FOREST SCIENCE*, 63: 339–347. (2006)

3.BAIER R., MEYER J. & GOTTLEIN A.: 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: 11–21. (2007)

4.BAUER VON M. L.: Walddynamik nach Borkenkäferbefall in den Hochlagen des Bayerischen Waldes. Dissertation. *TECHNISCHE UNIVERSITÄT MÜNCHEN*, p. 174. (2002)

5.BAUER VON M. L., FISCHER A., EL KATEB H., MOSANDL R., : Verjüngungsdynamik nach grossflächigem Borkenkäferbefall in den Fichtenwäldern der Hochlagen des Bayerischen Waldes. *ALLGEMEINE FORST UND JAGDZEITUNG* 2/3: 43–50(2008)

6.BELLINGHAM, P.J., RICHARDSON, S.J.,. Tree seedling growth and survival over 6 years across different microsites in a temperate rain forest. *CAN. J. FOR. RES.* 36, 910–917. (2006)

7.BRANG P., : Early seedling establishment of *Picea abies* in small forest gaps in the Swiss Alps. *CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH*, 28: 626–638. (1998)

8.BRANG P., MORAN J., PUTTONEN P., VYSE A., . Regeneration of *Picea engelmannii* and *Abies lasiocarpa* in high-elevation forests of south-central British Columbia depends on nurse logs. *FORESTRY CHRONICLE*, 79: 273-278. (2003)

9.BOUBLÍK Z.: Stromem roku 2013 je jeřáb (2013)

10.CANHAM C. D., DENSLOW J. S., PLATT W. J., RUNKELE J. R., SPIES T. A. & WHITE P. S., : Light regimes beneath closed canopies and tree-fall gaps in temperate and tropical forests. *CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH*, 20: 620-630. (1990)

11. CLINTON B.D. & BAKER C.R., 2000: Catastrophic windthrow in the southern Appalachians: characteristics of pits and mounds and initial vegetation responses. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 126: 51–59. (2000)
12. CORNETT M.W., PUETTMANN K.J., REICH P.B.: 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: 196–204. (1998)
13. CUNNINGHAM C., ZIMMERMANN N.E., STOECKLI V. & BUGMANN H.: Growth of Norway spruce (*Picea abies* L.) saplings in subalpine forests in Switzerland: does spring climate matter? *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 228: 19–31. (2006 a)
14. CUNNINGHAM C., ZIMMERMANN N.E., STOECKLI V. & BUGMANN H., 2006 b: Growth response of Norway spruce saplings in two forest gaps in the Swiss Alps to artificial browsing, infection with black snow mold, and competition by ground vegetation. *CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH*, 36: 2782–2792. (2008)
15. DOBROVOLNÝ P., BRÁZDIL R. 2: Documentary evidence on strong winds related to convective storms in the Czech Republic since AD 1500 95-116
16. DONATO, D. C., J. L. CAMPBELL, AND J. F. FRANKLIN. 2012. Multiple successional pathways and precocity in forest development: Can some forests be born complex? *JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE* 23: 576-583. (2012)
17. FRANKLIN, J. F., ET AL. Disturbances and structural development of natural forest ecosystems with silvicultural implications, using Douglas-fir forests as an example. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT* 155: 399–422. (2002)
18. GRASSI G., MINOTTA G., GIANNINI R. & BAGNARESI U.: The structural dynamics of managed uneven-aged conifer stands in the Italian eastern Alps, *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT* 225–236. (2003)
19. 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.: Ecology of coarse woody debris in temperate ecosystems. *ADVANCES IN ECOLOGICAL RESEARCH* 133-301. (1986)

- 20.HARMON, M.E.: The influence of litter and humus accumulations and canopy openness on *Picea sitchensis* (BONG) CARR and *Tsuga heterophylla* (RAF) SARG seedlings growing on logs. *CAN. J. FOR. RES.* 17, 1475–1478. (1987)
- 21.HARMON, M.E.: Retention of needles and seeds on logs in *Picea sitchensis* –*Tsuga heterophylla* forests of coastal Oregon and Washington. *Can. J. Bot.* 67, 1833–1836. (1989 b)
22. HÁNĚL L: Response of soil nematodes inhabiting spruce forests in the Šumava Mountains to disturbance by bark beetles and clear-cutting 209-225. (2001)
- 23.HEURICH M.: Waldentwicklung im montanen Fichtenwald nach grossflächigem Buchdruckerbefall im Nationalpark Bayerischer Wald. In: HEURICH, M. (ed) Waldentwicklung im Bergwald nach Windwurf und Borkenkäferbefall. GRAFENAU, NATIONALPARKVERWALTUNG BAYERISCHER WALD. 99–175. (2001)
- 24.HUNZIKER U. & BRANG P.: Microsite pattern of conifer seedling establishment and growth in a mixed stand in the southern Alps. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT* 67–78. (2005)
- 25.HOFGAARD A.: Structure and Regeneration Patterns in a Virgin *Picea-Abies* Forest in Northern Sweden. *JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE* 601–607. (1993)
- 26.HOLEKSA J.: Breakdown of tree stand and spruce regeneration versus structure and dynamics of a Carpathian subalpine spruce forest. *MONOGRAPHIAE BOTANICAE* 1–210. (1998)
27. H. IJIMA, M. SHIBUYA: Evaluation of suitable conditions for natural regeneration of *Picea jezoensis* on fallen logs *J. FOR. RES.*, 15 (2010), pp. 46-53. (2010)
- 28.IJIMA, H., SHIBUYA, M., SAITO, H.: Effects of surface and light conditions of fallen logs on the emergence and survival of coniferous seedlings and saplings. *J. FOR.RES.* 12, 262–268. (2007)
- 29.JEZEK K.: Contribution of regeneration on dead wood to the spontaneous regeneration of a mountain forest. *Journal of Forest Science* 405-413. (2004)
- 30.JONÁŠOVÁ M. & MATĚJKOVÁ I.: Natural regeneration and vegetation changes in wet spruce forests after natural and artificial disturbances. *CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH* 1907–1913. (2007)

31. JONÁŠOVÁ, M., AND K. PRACH. 2004. Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. *ECOLOGICAL ENGINEERING* 15–26.
32. JONÁŠOVÁ M., 2001: Regenerace horských smrčín na Šumavě po velkoplošném napadení lýkožroutem smrkovým.: AKTUALITY ŠUMAVSKÉHO VÝZKUMU, MÁNEK J. (ED.) SBORNÍK Z KONFERENCE, SRNÍ 2.–4. DUBNA 2001, pp. 161–163
33. KAŇA, J., TAHOVSKÁ K., AND KOPÁČEK J.: Response of soil chemistry to forest dieback after bark beetle infestation. *BIOGEOCHEMISTRY* 369–382. (2012)
34. KATHKE S. & BRUELHEIDE H.: Interaction of gap age and microsite type for the regeneration of *Picea abies*. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT* 1597–1604. (2010)
35. KUBÁT K., HROUDA L., CHRTEK J., KAPLAN Z., KIRCHNER J., ŠTĚPÁNEK J. (EDS.): Klíč ke květeně České republiky. *ACADEMIA, PRAHA*, 927 pp. (2002)
36. KULAKOWSKI D. & BEBI P.: Range of variability of unmanaged subalpine forests. *FORUM FÜR WISSEN* 47–53. (2004)
37. KUULUVAINEN T. & KALMARI R.: Regeneration microsites of *Picea abies* seedlings in a windthrow area of a boreal old-growth forest in southern Finland. *ANNALES BOTANICI FENNICI* 401–412. (2003)
38. KUULUVAINEN T.: Gap disturbance, ground microtopography, and the regeneration dynamics of boreal coniferous forests in Finland: a review. *ANNALES ZOOLOGICI FENNICI* 35–50. (1994)
39. KUULUVAINEN, T., AND P. JUNTUNEN.: Seedling establishment in relation to microhabitat variation in a windthrow gap in a boreal *Pinus sylvestris* forest. *JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE* 551–561. (1998)
40. KUPFERSCHMID A.D., SCHÖNENBERGER W., WASEM U.: Tree regeneration in a Norway spruce snag stand after tree die-back caused by *Ips typographus*. *FOREST SNOW AND LANDSCAPE RESEARCH* 149–161. (2002)
41. KUPFERSCHMID A.D. & BUGMANN H.: Effect of microsites, logs and ungulate browsing on *Picea abies* regeneration in a mountain forest. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT* 251–265. (2005)

42. LEPAGE ET. AL.: Seed abundance versus substrate limitation of seedlings recruitment in northern temperate forest of British Columbia *CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH* 415–427(2000)
43. LILJA S., WALLENIS T., KUULUVAINEN T.: Structure and development of old *Picea abies* forests in northern boreal Fennoscandia. *ECOSCIENCE* 181-191. (2006)
44. LONSDALE, D., PAUTASSO, M., HOLDENRIEDER, O.: Wood-decaying fungi in the forest: conservation needs and management options. *EUR. J. FOR. RES.* 1–21. (2008)
45. MASER C., ANDERSON R.G., CROMACK K.J., WILLIAMS J.T., MARTIN R.E.: Dead and down woody material. In: Thomas, J.W. (Ed.), *Wildlife Habitats in Managed Forests. THE BLUE MOUNTAINS OF OREGON AND WASHINGTON, USDA, PORTLAND*, pp. 78–94. (1979)
46. MAYER P., ABS C. & FISCHER A.: Colonisation by vascular plants after soil disturbance in the Bavarian Forest – key factors and relevance for forest dynamics. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT* 279–288. (2004)
47. METSLAID, M., K. JÖGISTE, E. NIKINMAA, W. K. MOSER, AND A. PORCAR-CASTELL. Tree variables related to growth response and acclimation of advance regeneration of Norway spruce and other coniferous species after release. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT* 56–62. (2007)
48. MORI A., MIZUMACHI E., OSONO T. & DOI Y.: Substrate-associated seedling recruitment and establishment of major conifer species in an old-growth subalpine forest in central Japan. *Forest Ecology and Management* 287–296. (2004)
49. MOTTA R., BERRETTI R., LINGUA E., PIUSSI P.: Coarse woody debris, forest structure and regeneration in the Valbona Forest Reserve, Paneveggio, Italian Alps. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT* 155–162. (2006)
50. NARUKAWA, Y., IIDA, S., TANOUCHE, H., ABE, S., YAMAMOTO, S.I.: State of fallen logs and the occurrence of conifer seedlings and saplings in boreal and subalpine old-growth forests in Japan. *ECOL. RES.* 267–276. (2003)
51. OTT E., FREHNER M., FREY H. U. & LÜSCHER P.: Gebirgsnadelwälder. In: *Ein praxisorientierter Leitfaden für eine standortgerechte Waldbehandlung*, PAUL HAUPT, BERN, STUTTGART, WIEN, 286 pp. (1997)

52.PAGES, J., PACHE, G., JOUD, D., MAGNAN, N., AND MICHALET, R.: Direct and indirect effects of shade on four forest tree seedlings in the French Alps. *ECOLOGY* 2741–2749. (2003)

53.PALMER M.W., MCALISTER S.D., ARÉVALO J.R., DECOSTER J.K.: Changes in the understory during 14 years following catastrophic windthrow in two Minnesota forests. *JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE* 841–853. (2000)

54.PRICE, D.T., ZIMMERMANN, N.E., VAN DER MEER, P.J., LEXER, M.J., LEADLEY, P., JORRITSMA, I.T.M., SCHABER, J., CLARK, D.F., LASCH, P., MCNULTY, S., WU, J., AND SMITH, B.: Regeneration in gap models: priority issues for studying forest responses to climate change. *CLIM. CHANGE* 475–507. (2001)

55.RAMMIG A., FAHSE L., BUGMANN H. & BEBI P.: Forest regeneration after disturbance: A modelling study for the Swiss Alps. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT*, 222: 123–135. (2006)

56.SIITONEN J., MARTIKAINEN P., PUNTILLA P., RAUH J.: Coarse woody debris and stand characteristics in mature managed and old-growth boreal mesic forests in southern Finland. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT* 211-224. (2000)

57.SIITONEN J.: Forest management, coarse woody debris and saproxylic organisms: Fennoscandian boreal forests as a next example. *ECOLOGICAL BULLETINS* 11–40. (2001)

58.Sterba H., MONSERUD R.A.: Applicability of the forest stand growth simulator PROGNAUS for the Austrian part of the Bohemian Massif. *ECOLOGICAL MODELLING* 23–33. (1997)

59.SVOBODA M., : Rekonstrukce režimu narušení (disturbancí) horského smrkového lesa na základě historických podkladů In: *HISTORIE A VÝVOJ ČESKÝCH LESŮ*, ČZU V PRAZE, 17. 10. 2006, Srní, s.81–83(2006)

60.SVOBODA M.: Les ve druhé zóně v oblasti Trojmezí není hospodářskou smrčínou: změní se management dřívě, než vznikne rozsáhlá asanovaná plocha? *SILVA GABRETA* 1–17 (2007)

61.SVOBODA, M., P. JANDA, T. A. NAGEL, S. FRAVER, J. REJZEK, AND R. BACĚ. . Disturbance history of an old-growth sub-alpine *Picea abies* stand in the Bohemian Forest, Czech Republic. *JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE* 86–96.(2012)

62.SWANSON, M. E., J. F. FRANKLIN, R. L. BESCHTA, C. M. CRISAFULLI, D. A. DELLASALA, R. L. HUTTO, D. B. LINDENMAYER, AND F. J. SWANSON. The forgotten stage of forest succession: early-successional ecosystems on forest sites. *FRONTIERS IN ECOLOGY AND THE ENVIRONMENT* 117-124.(2011)

63.SZEWCZYK J. & SZWARGRZYK J.: Tree regeneration on rotten wood and on soil in old-growth stand. *PLANT ECOLOGY* 37–45. (1996)

64.TAKAHASHI K., HOMMA K., VETROVA V. P., FLORENZEV S., HARA T.: Stand structure and regeneration in a Kamchatka mixed boreal forest. *JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE* 627–633.(2001)

66.TAKAHASHI, M., SAKAI, Y., OOTOMO, R., SHIOZAKI, M.. Establishment of tree seedlings and water-soluble nutrients in coarse woody debris in an old-growth Picea-Abies forest in Hokkaido, northern Japan. *CAN. J. FOR. RES.* 30, 1148–1154.(2000)

67.ULANOVA N.G.: The effects of windthrow on forests at different spatial scales: a review. *FOREST ECOLOGY AND MANAGEMENT* 155–166.(2000)

68.VACEK S. & PODRÁZSKÝ V.: Forest ecosystems of the Šumava Mts. and their management. *JOURNAL OF FOREST SCIENCE* 291-300. (2003)

69.ZEMEK F., HEŘMAN M.: Functioning of mountain meadows under different management impact – research project 5-14. (2001)

70.ZENÁHLÍKOVÁ J.: Přirozený vývoj horských lesů po rozsáhlých disturbancích- 0-124 (2012)

71.ZIELONKA T., PIATEK, G.:The herb and dwarf shrubs colonization of decaying logs in subalpine forest in the Polish Tatra Mountains. *PLANT ECOL.* 63–71. (2004).

72.ZIELONKA T.: Quantity and decay stages of coarse woody debris in old-growth subalpine forests of the western Carpathians, Poland. *CANADIAN JOURNAL OF FOREST RESEARCH* 2614–2621. (2006 a).

73.ZIELONKA T.: When does dead wood turn into a substrate for spruce regeneration? *JOURNAL OF VEGETATION SCIENCE* 739–745. (2006 b)

74. ZIMMERMAN J. K., PULLIAM W. M., LODGE D. J., QUINONES-ORFILA V., FETCHER N., GUZMAN-GRAJALES S., PARROTTA J. A., ASBURY C. E., WALKER L.R. & WAIDE R. B.: Nitrogen immobilization by decomposing woody debris and the recovery of tropical wet forest from hurricane damage. *OIKOS* 314–321. (1995)