

Česká zemědělská univerzita v Praze

Fakulta lesnická a dřevařská

Katedra ekologie lesa

**Druhové složení, početnost a vertikální
struktura zmlazení v horském
smíšeném lese**

Bakalářská práce

Autor: Daniel Šípek

Vedoucí práce: Ing. Radek Bače, Ph.D.

2019

ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta lesnická a dřevařská

ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Daniel Šípek

Lesnictví

Název práce

Druhové složení, početnost a vertikální struktura zmlazení v horském smíšeném lese

Název anglicky

Species composition, density and vertical structure of advance regeneration in mountain mixed forest

Cíle práce

Cílem práce bude zjistit, jaké je druhové složení, početnost a vertikální struktura banky zmlazení v horském smíšeném lese v závislosti na množství a kvalitě do podrostu dopadajícího světla

Metodika

1. Prostorový sběr dat o obnově dřevin v přirozeném horském smíšeném lese na kruhových výzkumných plochách.
2. Měření množství a kvality na zmlazení dopadajícího světla pomocí hemisférických fotografií.
3. Matematické a statistické zpracování dat.
4. Příprava práce.

Doporučený rozsah práce

30 – 40 stran textu bez příloh

Klíčová slova

smrk ztepilý, jedle bělokorá, buk lesní, banka zmlazení, množství světla, horský smíšený les

Doporučené zdroje informací

- Bače, R., Janda, P., & Svoboda, M. (2009). Vliv mikrostaniště a horního stromového patra na stav přirozené obnovy v horském smrkovém lese na Trojmezí. *Silva Gabreta*, 15(1), 67-84.
- Barna, M., & Bosela, M. (2015). Tree species diversity change in natural regeneration of a beech forest under different management. *Forest Ecology and Management*, 342, 93-102.
- Lhotka, J. M., & Loewenstein, E. F. (2006). Indirect measures for characterizing light along a gradient of mixed-hardwood riparian forest canopy structures. *Forest Ecology and Management*, 226(1), 310-318.
- Messier, C., Doucet, R., Ruel, J. C., Claveau, Y., Kelly, C., & Lechowicz, M. J. (1999). Functional ecology of advance regeneration in relation to light in boreal forests. *Canadian Journal of Forest Research*, 29(6), 812-823.
- Mori, A., & Takeda, H. (2004). Effects of undisturbed canopy structure on population structure and species coexistence in an old-growth subalpine forest in central Japan. *Forest Ecology and Management*, 200(1), 89-100.
- Motta, R., Berretti, R., Castagneri, D., Dukić, V., Garbarino, M., Govedar, Z., ... & Meloni, F. (2011). Toward a definition of the range of variability of central European mixed *Fagus-Abies-Picea* forests: the nearly steady-state forest of Lom (Bosnia and Herzegovina). *Canadian Journal of Forest Research*, 41(9), 1871-1884.
- 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.
- Rooney, T. P., McCormick, R. J., Solheim, S. L., & Waller, D. M. (2000). Regional variation in recruitment of hemlock seedlings and saplings in the upper Great Lakes, USA. *Ecological Applications*, 10(4), 1119-1132.
- 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.
- Stancioiu, P. T., & O'Hara, K. L. (2006). Regeneration growth in different light environments of mixed species, multiaged, mountainous forests of Romania. *European Journal of Forest Research*, 125(2), 151-162.

Předběžný termín obhajoby

2016/17 LS – FLD

Vedoucí práce

Ing. Radek Bače, Ph.D.

Garantující pracoviště

Katedra ekologie lesa

Elektronicky schváleno dne 15. 12. 2015

doc. Ing. Miroslav Svoboda, Ph.D.

Vedoucí katedry

Elektronicky schváleno dne 19. 12. 2015

prof. Ing. Marek Turčáni, PhD.

Děkan

V Praze dne 04. 04. 2017

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma: Druhové složení, početnost a vertikální struktura zmlazení v horském smíšeném lese vypracoval samostatně pod vedením Ing. Radka Bače, Ph.D. a použil jen prameny, které uvádím v seznamu použitých zdrojů.

Jsem si vědom/a 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..... dne.....

Podpis autora

Poděkování:

Především děkuji Ing. Radku Bačemu, Ph.D. za pomoc a cenné rady při psaní bakalářské práce. Speciální poděkování patří také Ing. Martinu Mikoláši, Ph.D a všem, kteří se pod jeho vedením podíleli na sběru dat. A v neposledním řadě chci poděkovat rodině, spolužákům a známým, kteří mě motivovali a podporovali při psaní této bakalářské práce.

Abstrakt

Tato bakalářské práce popisuje, jakým způsobem ovlivňuje světlo druhové složení, početnost a vertikální strukturu banky zmlazení v přirozeném, smíšeném horském lese. Použitá data jsou nasbívána v Karpatech na severu Rumunska, konkrétně v pohoří Maramureš. Převládajícími dřevinami zde jsou buk lesní (*Fagus sylvatica* L.), smrk ztepilý (*Picea abies* [L.] Karst.) a jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.). Světelné podmínky v podrostu byly zjišťovány pomocí hemisférických fotografií a následně zpracovány v programu WinSCANOPY.

Klíčová slova: smrk ztepilý, jedle bělokorá, buk lesní, banka zmlazení, množství světla, horský smíšený les

Abstrakt

The main topic of this bachelor thesis is to describe how the light competition affects species composition and vertical structure of bank regeneration in natural, mixed mountain forest. The data were collected in the Carpathians on the north of Romania, specifically in the Maramures Mountains. Beech (*Fagus sylvatica* L.), Norway Spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) and silver fir (*Abies alba* Mill.) are the dominant species. Light conditions in the undergrowth were detected by using hemispherical photographs and processed in WinSCANOPY.

Key words: Norway spruce, silver fir, beech, bank regeneration available light,
mixed mountain forest

Obsah

1 Úvod	11
2 Cíl práce	11
3 Rozbor problematiky (literární rešerše)	12
3.1 Historie evropských lesů	12
3.2 Horské pralesy temperátní zóny	12
3.3 Charakteristika hlavních dřevin.....	13
3.3.1 Smrk ztepilý	13
3.3.2 Buk lesní	14
3.3.3 Jedle bělokorá	15
3.4 Dynamika lesa	16
3.5 Disturbance	17
3.6 Světlo a jeho vliv na zmlazení.....	18
4 Obecná charakteristika zkoumané oblasti	19
5 Metodika	21
5.1 Popis plochy	21
5.2 Zmlazení	21
5.3 Hemisférické fotografie.....	22
6 Výsledky.....	24
6.1 Druhové složení.....	24
6.2 Vliv otevřenosti zápoje na vertikální strukturu	25
6.3 Vliv otevřenosti zápoje na početnost jedinců buku	26
6.4 Vliv otevřenosti zápoje na početnost smrku a jedle	28
7 Diskuse a závěr	32
8 Seznam použité literatury	34

Seznam tabulek a grafů

Obrázek 1 výšečový graf zobrazující zastoupení dřevin ve výškových třídách	24
Obrázek 2 Křabicový graf	25
Obrázek 3 počet jedinců buku v závislosti na otevřenosti zápoje I.VT	26
Obrázek 4 počet jedinců buku v závislosti na otevřenosti zápoje II.VT	26
Obrázek 5 počet jedinců buku v závislosti na otevřenosti zápoje III.VT	27
Obrázek 6 počet jedinců buku v závislosti na otevřenosti zápoje IV.VT	27
Obrázek 7 počet jedinců jedle v závislosti na otevřenosti zápoje II.VT	28
Obrázek 8 počet jedinců smrku v závislosti na otevřenosti zápoje II.VT	28
Obrázek 9 počet jedinců jedle v závislosti na otevřenosti zápoje III.VT	29
Obrázek 10 počet jedinců smrku v závislosti na otevřenosti zápoje III.VT	29
Obrázek 11 počet jedinců jedle v závislosti na otevřenosti zápoje IV.VT	30
Obrázek 12 počet jedinců smrku v závislosti na otevřenosti zápoje IV.VT	30
Obrázek 13 histogram	31

1 Úvod

Prales neboli les, jenž není ovlivněn činností člověka, budeme dnes na území Evropy hledat jen těžko. Člověk svou činností, ať už přímo či nepřímo ovlivňuje vývoj přírody a ráz krajiny už od nepaměti. Přitom pouze v těchto přirozených lesích jsme schopni zkoumat a pochopit přirozenou dynamiku těchto ekosystémů. Například až do první poloviny 20. století převládala teorie klimaxu. Tato teorie popisovala klimaxový les jako velice stabilní neměnný ekosystém bez potřeby se dále vyvíjet a případné disturbance posuzovala jako negativní událost narušující stabilitu tohoto prostředí. S postupem času se ale zjistilo, že právě disturbance jsou hlavní hybnou silou ve vývoji lesa a že jsou nedílnou součástí dynamiky lesních porostů.

Velice důležitou roli v lese, ať přirozeném či hospodářském, hraje přirozená obnova. V pralese je to jediný možný způsob obnovy a v lese obhospodařovaném člověkem je to velice žádaný způsob, především pro nízké náklady a šetrnost k životnímu prostředí. Přirozená obnova je ovšem závislá na mnohých faktorech (klimatu, stanovišti, nadmořské výšce, atd.) a jedním z nejdůležitějších faktorů je vliv světla a této problematice je věnována tato bakalářská práce.

2 Cíl práce

Cílem této práce je zhodnocení vlivu světla dopadajícího do podrostu na přirozené zmlazení v horských pralesech temperátní zóny. Jako jednotlivé cíle jsem si stanovil určit druhové složení, vertikální strukturu a densitu v závislosti na otevřenosti zápoje.

3 Rozbor problematiky (literární rešerše)

3.1 Historie evropských lesů

Vývoj evropských lesů započal již v Pleistocénu (přibližně 2 mil. let př. Kr.), na území Evropy v tomto období docházelo k střídání glaciálů a interglaciálů (dob ledových a meziledových). Během glaciálů docházelo k tvorbě rozsáhlých ledovců, dnes nazývaných jako nordické vnitrozemské zalednění. Následkem tohoto zalednění bylo vytlačení lesní vegetace na jih a jihovýchod Evropy, kde přežila pouze část teplomilné flóry. Teprve po skončení doby ledové nastalo nové šíření přeživších druhů, které vedlo k současnému rozšíření vegetace. Dnes evropská dendroflóra čítá více než 300 druhů a poddruhů, dále řazených do bezmála 100 rodů a 45 čeledí. Vzhledem k množství druhů a specifických nároků každého z nich je Evropa rozdělena na 5 vegetačních zón:

- arktická a alpská zóna bez stromů, s trpasličími křovinami, travníky a vysokostébelnými nivami;
- boreální zóna se vždyzelenými jehličnatými lesy;
- temperátní (mírná) zóna s opadavými listnatými lesy;
- mediteránní (středomořská, středozevní) zóna se vždyzelenými tvrdými listnáči;
- panonsko-pontsko-anatolská zóna s lesostepí, stepí a polopouští (Schmithüsen 2003).

3.2 Horské pralesy temperátní zóny

V této práci se budu zabývat především horskými pralesy střední a východní Evropy. Pro Evropu jsou to jedny z nejcennějších a nejvýznamnějších ekosystémů, jednak pro svou rozlohu, jednak pro svou biodiverzitu a pestrost služeb, které přírodě poskytují (Brang 2001). Specifikace horských lesů a pralesů není úplně jednoznačná a často se liší stát od státu (Šantrůčková et al. 2010). Obecně lze říci, že horské lesy se většinou nachází na hřebenech, vrcholech a svazích hor počínajíc výškou 1200 m n. m. (Štykar 2008). Často jsou charakterizovány rozvolněným zápojem, nepravidelnou věkovou skladbou a

nahodilým rozmístěním semenáčků (Vacek et al. 2003). Pralesem se dle Šantrůčkové (et al. 2010, s. 147) rozumí:

„Přirozeně volně a nerušeně rostoucí les, který není žádným způsobem přímo (těžbou dřeva nebo jiným průmyslovým využitím) ani nepřímou (znečištěním nebo jinou ekologickou zátěží) ovlivňován člověkem; podle této definice na Zemi už de facto žádný prales neexistuje, neboť člověk svou činností ovlivňuje celou planetu; termín se v praxi často používá volněji pro les dlouhodobě neovlivněný přímým způsobem (např. pro přirozený les – srov. Boubínský či Žofínský prales...)“

3.3 Charakteristika hlavních dřevin

Evropské horské lesy nejsou z hlediska zastoupení dřevin moc bohaté, Vacek (et al. 2003) uvádí, že ve střední Evropě se v horském lese vyskytuje pouze 20 druhů stromů a 20 druhů keřů. Tato kapitola je věnována popisu třem nejrozšířenějším druhům, jsou to: smrk ztepilý (*Picea abies* [L.]Karst.), buk lesní (*Fagus sylvatica* L.), a jedle bělokorá (*Abies alba* Mill.).

3.3.1 Smrk ztepilý

Strom s přímým a průběžným kmenem s pravidelným přeslenitým větvením, dožívající se věku až 650 let a dorůstající výšky až 50 m. Borka je ve stáří slabá, červenohnědé barvy a odlupuje se v tenkých šupinách (Úradníček et al. 2009). Ve vysokohorských podmínkách má úzkou korunu s krátkými větvemi, které s kmenem svírají ostrý úhel a rostou již od země. Naproti tomu v nižších polohách roste smrk „chlumní“, který má korunu nasazenou výše, větve výrazně delší a rostoucí téměř kolmo na osu kmene. Toto je pravděpodobně důsledek přirozeného výběru a adaptace smrku na větší množství srážek ve vyšších polohách, který svým tvarem koruny zabraňuje sněhovým a ledovým závěsům (Zlatník 1978). Kořenový systém smrku je plochý a tudíž umožňuje růst i na mělkých půdách, na rozdíl od dřevin s kůlovitým kořenovým systémem (Šantrůčková et al. 2010). Plochý kořenový systém se nejspíše také vyvinul důsledkem toho, že smrk je dřevinou okapovou, to znamená, že svojí korunou zabraňuje dopadu srážek v blízkosti kmene, ale srážky stékají po větvích a dopadají po obvodu půdorysu koruny (Alexejev 1990; Musil 2003).

Z hlediska nároků na světlo nelze smrk jednoznačně zařadit. Své nároky mění v závislosti na věku, nadmořské výšce a stanovištních podmínkách. Musil

(2003) smrk uvádí jako polostinný až stinný druh, zatím co Kindlmann (et al. 2012) a Úradníček (et al. 2009) smrk uvádí jako světlomilnou dřevinu, jenž v mládí dokáže snášet dlouhé zastínění, aniž by ztratil schopnost akcelerace růstu po uvolnění. Dle Korpeřa (1989) je schopen vytrvat v zástinu, bez ztráty energie pro růst, až 160 let.

Klimatické nároky nejsou u smrku moc vysoké. Optimální průměrná roční teplota je 6 °C, avšak na území Evropy je schopen přetrvat i teploty -40 °C a na Sibiři -60 °C bez poškození. (Musil 2003; Zlatník 1978) Nároky na půdu a obsah živin v nich také nejsou moc vysoké. Smrk dobře snáší nadbytečnou vlhkost umožňující jeho růst v bažinách a rašeliništích, i když zde často trpí vývraty. (Úradníček et al. 2009) Limitujícími faktory pro jeho růst jsou imise, zejména SO₂ a nedostatečně okysličená voda, zvláště citlivý je na záplavy. (Musil 2003; Úradníček et al. 2009)

Areál rozšíření smrku ztepilého je rozdělen na 2 oblasti. 1. Středoevropsko-balkánská oblast se nachází především ve vyšších polohách a je rozdělena na 4 podoblasti: Hercynsko-karpatskou, Alpskou, Dinárskou a Rodopskou. 2. Severoevropská oblast je svou rozlohou mnohem větší než Středoevropsko-balkánská a zaujímá nižší nadmořské výšky, především pahorkatiny. Na východě sahá areál smrku ztepilého až ke střednímu Povolží, kde plynule navazuje na areál smrku sibiřského. Severní hranice, zvaná též hranicí chladu, je přirozená hranice ve Skandinávii sahající k 70°s.š. Nejzápadněji se smrk ztepilý vyskytuje v jv. Francii, tedy v Západních Alpách. Jižní hranice neboli hranice sucha, je tvořena Přímořskými Alpami, čili k území dnešního Monaka a v izolovaných ostrůvcích dosahuje až k Severním Apeninám. (Musil 2003)

3.3.2 Buk lesní

Strom s válcovitým kmenem, jehož povrch pokrývá tenká, hladká borka šedé barvy (Schauer 2005). Buk se v příznivých podmínkách dožívá věku 400 let a dorůstá výšky 45 m. Krouna u uvolněných jedinců je košatá, kulovitého tvaru, zatímco v porostu je spíše metlovitá s větvemi odstavajícimi v ostrém úhlu (Úradníček et al. 2009). Díky své morfologii se buk řadí mezi dřeviny stokové (voda zachycená korunou stéká po kmeni k bázi) a tudíž se u buku vyvinul

mohutný srdčitý kořenový systém, který jej činí velmi stabilním (Alexejev 1990). Hloubka zakořenění je závislá na živnosti půd, čím více živin půda obsahuje, tím mělčeji buk zakořeňuje (Úradníček et al. 2009).

Tolerance k zastínění je u buku velmi vysoká, je to naše třetí nejstinnější dřevina, hned po tisu a jedli. To činí buk neobyčejně konkurenčně schopným a je tak schopný vytvářet víceetážové, nesmíšené porosty (Musil 2005; Úradníček et al. 2009). Pokud má buk příznivé klimatické podmínky je ke geologickému podkladu vcelku indiferentní, nejvíce mu vyhovují dobře provzdušněné půdy bohaté na vápník. Naopak zcela nevyhovující jsou pro buk suché písčité půdy nebo půdy zamokřené, např. bažinaté, rašelinné a jílovité (Úradníček et al. 2009).

Přírozený areál buku je téměř po celé Evropě. Na severu zasahuje k jihu Skandinávského poloostrova, odtud se táhne k východnímu úpatí Karpatského oblouku. Jižně zasahuje k Balkánskému poloostrovu, kde jej nahrazuje buk východní (*Fagus orientalis* L.). A západně sahá přes celou Francii až k Biskajskému zálivu. U horní hranice lesa se často mísí se smrkem a jedlí, zatímco v nižších polohách často vytváří smíšené porosty s dubem (Musil 2005; Úradníček et al. 2009).

3.3.3 Jedle bělokorá

Dřevina s průběžným válcovitým kmenem s větvemi v přeslenu, které nejprve vytvářejí kuželovitou, s pokročilým věkem válcovitou korunu. Ve vyšším věku je pro jedli typická tvorba „čapího hnízda“ (boční výhony předrostou terminál). Jedle dorůstá výšky 60 m a dožívá se věku 600, málokdy i 800 let. V mládí je chráněná hladkou, šedou borkou, která je ve stáří podélně rozpraskaná. Kořenový systém je křivý, tvoří jej mohutný křivý kořen s velkým množstvím postranních kořenů („panoh“), sloužících k ukotvení a zaručujících tak vysokou stabilitu (Korpel' a Vinš 1965).

Jedle je po tisu naše nejstinnější dřevina. Ve věku 100-120 let může dosahovat výšky 1,5-2 m a průměru kmínku 5-8 cm bez ztráty vitality. Je velice náročná na vzdušnou vlhkost, v tomto ohledu se u nás řadí mezi nejnáročnější dřeviny. Stejně tak je jedle značně náročná na vláhu, které vyžaduje rovnoměrný přísun po celý rok. Zároveň má vyšší nároky na obsah živin v půdě než smrk, proto se jí nejvíce daří na čerstvých a hlubokých půdách, často s obsahem

vápníku. Naopak se vyhýbá stanovištím suchým nebo nadměrně podmáčeným (Musil 2003; Úradníček et al. 2009). Málek (1983) tvrdí, že minimální roční úhrn srážek pro jedli je 550 mm a Korpel' s Vinšem (1965) uvádějí minimální úhrn srážek 350 mm za vegetační období. Dalším limitujícím faktorem pro jedli je teplota. Je to dřevina oceánského klimatu, snášející jen mírné zimy a v teplejších oblastech vázána na vyšší polohy. Při dlouhotrvajících zimních mrazech, pod -27 °C, vytváří nepravé jádro a dochází k narušení dřevního válce v podobě mrazových trhlin (Musil 2003; Úradníček et al. 2009). Korpel' a Vinš (1965) se ve své práci opírají o výsledky mnoha autorů a dospěli k závěru, že průměrná roční teplota by neměla klesnout pod 8 °C a průměrná teplota ve vegetačním období by měla být 12-14 °C.

Areál jedle je celkem malý a spíše ostrůvkovitý, předpokládá se, že během 20. století klesl zhruba na polovinu svého původního rozšíření. Severní hranice vede od Vezerské hornatiny (Německo) přes Krušné hory a Krkonoše k Varšavě. Odtud postupuje do Východních a Jižních Karpat, kde končí na východním úpatí. Na jihu svým areálem pokrývá území Pyrenejí, Korsiky, Itálie, Makedonie, Bulharska a Řecka. Nejzápadněji sahá na území severozápadní Francie a východ Pyrenejí (Musil 2003).

3.4 Dynamika lesa

Dynamika lesa je proces, při kterém dochází ke změně struktury lesa v čase (Oliver & Larson 1996). Les je ekosystém skládající se z rostlinné (fytocenóza) a živočišné (zoocenóza) složky, tyto složky jsou navzájem propojené a ve vzájemné interakci. Jinými slovy dění v jedné složce ovlivňuje dění ve složce druhé a současně je dění v těchto složkách ovlivňováno působením souboru abiotických činitelů, spolu s činností člověka (Svoboda 1952). Jedním ze způsobů, kterým lze dynamiku lesa popsat je forma vývojových cyklů. Cyklická sukcese, známá také jako malý vývojový cyklus je typická střídáním vývojových stádií a fází, přičemž probíhá především v porostech, v nichž nedochází k intenzivním disturbancím (Korpel'1989). Lineární sukcese neboli velký vývojový cyklus probíhá v řádu několika desítek let a je charakterizován sekundární sukcesí (Košulič 2010; Jonášová 2008).

3.5 Disturbance

Disturbance, je přirozený proces v prostoru a čase, při kterém dochází k narušení podmínek platných na určitém stanovišti. Tento jev je třeba brát jako proces sloužící k formování struktury a dynamiky ekosystému. Proto disturbance nelze chápat pouze jako čistě negativní jev, ale naopak jako jev nezbytně nutný k neustálému vývoji struktury porostu. Pomocí disturbance dochází k odstranění slabších jedinců a to vede ke stabilnější struktuře porostu (Watt 1947; Frelich 2002; Takahashi et al. 2001).

Disturbance lze rozdělit do několika skupin. Z hlediska velikosti se jedná o disturbance malého rozsahu, ty jsou typické zejména mortalitou jen několika málo jedinců. Příkladem takovéto disturbance může být působení větru, který vyvrátí nebo zlomí jen pár jedinců v korunovém patře. O něco silnější jsou disturbance středního rozsahu, které postihují buďto jen korunové patro nebo naopak jen podrost. Jako příklad lze uvést abnormální tlak zvěře, zaměřující se pouze na semenáčky. Nejrozsáhlejší jsou disturbance velkého rozsahu, devastující téměř celý porost. Příkladem takovéto disturbance je rozsáhlý lesní požár postihující keřové i stromové patro (Frelich 2002).

Lze tedy předpokládat, že na územích s častými a silnými disturbancemi, budou dominovat spíše druhy s vyššími nároky na světlo. Především mladé taxony s charakterem pionýrských dřevin, jakými jsou například topol osika, bříza bělokorá nebo borovice lesní. V opačném případě, tedy v oblastech s nízkým počtem disturbance, bude věkové složení starší s převahou stín tolerantních dřevin (Frelich 2002).

Abiotické disturbance

Abiotické disturbance jsou zapříčiněny působením neživých činitelů, nejčastěji jsou to silné větry, mrazy, sněhové kalamity, povodně a oheň. Do této kategorie lze dále zařadit i půdní erozi a sesuvy, zasolování půd, změnu klimatu, kyselé deště, imisní vlivy apod. Ovšem u většiny těchto disturbance nelze zcela vyloučit antropogenní vlivy (Veblen et al. 2004; Hruška et al. 2009; White & Pickett 1985; Houghton 1998; Frelich 2002).

Vítr

Ve střední Evropě se jedná o jednu z nejčastějších disturbance a rozsah jejího působení je velice variabilní. Může postihovat jednotlivé stromy, ale i celá společenstva, čímž se stává spouštěčem sekundární sukcese (White & Pickett 1985). Vítr je jeden z nejdůležitějších faktorů při obnově v přirozených horských smrčínách. Slouží k rozvolnění zápoje a tím pádem k prosvětlení porostu, což

vede k lepší regeneraci zmlazení. Ovšem v horských oblastech s členitým terénem, díky kterým vítr dosahuje vyšší rychlosti a síly, může dojít k odstranění celého stromového patra a velké množství popadaného dřeva tak vytváří vhodné podmínky pro les se zcela novou strukturou (Valenta 2007)

Oheň

Lesní požáry obohacují půdu o popeloviny a pozměňují druhové složení a strukturu v lesních ekosystémech. Ačkoliv se zdá, že požáry ničí celá ekologická společenstva, z dlouhodobého pohledu zvyšují celkovou biodiverzitu ekosystému a ovlivňují biogeochemické cykly na globální úrovni (Andreae 1991; Boli 2008). Vznik a rozsah požáru je ovlivněn konkrétními podmínkami prostředí, především se jedná o množství hořlavé biomasy a vlhkost prostředí. V přírodě je nečastějším spouštěčem požáru blesk (Prince & Rind 1994).

Požáry lze rozdělit dle místa působení na požáry podzemní (vzplanutí rašeliny, oheň se šíří pomocí kořenových systémů stromů), požáry povrchové (hoří opad a popadané stromy), požáry korunové (hoří kmen i s korunou) a požár dutého stromu (Pfeffer 1961; Frelich 2002).

Biotické disturbance

Biotické disturbance jsou tokové disturbance, jenž jsou zapříčiněny živou složkou přírody (White & Pickett 1985). Mezi nejčastější patří poškození zvěří a škody způsobené hmyzem.

K nejčastějším poškozením zvěří patří: okus- okusování bočních nebo terminálních výhonů, ohryz- poškození lýka a kůry stromů, loupání- pruhovité odstranění kůry zejména jelení a daňčí zvěří, vytloukání- zbavování vyžralého paroží lýčí, odírání stromů divokými prasaty, medvědy, aj. (Bejček et al. 2011)

Poškození hmyzem se dělí do skupin, podle toho, jakým způsobem a v které části stromu způsobují škody. Podkorní hmyz se živí buď lýkem stromu nebo jeho dřevem, listožravý hmyz konzumuje asimilační orgány stromů a kortikolní hmyz- se živí povrchovými pletivy nadzemních částí stromů (Modlinger et al 2015; Frelich 2002).

3.6 Světlo a jeho vliv na zmlazení

Viditelné světlo je elektromagnetické vlnění s vlnovou délkou 400-800 nm, pokud je vlnová délka nižší než 400 nm, nazýváme jej ultrafialové záření a pokud je vyšší než 750 nm, jedná se o záření infračervené. Vlnová délka nám také

určuje barvu, kterou je lidské oko schopno vnímat. Nejnižší část frekvence (počet vln za sekundu) náleží červené barvě a druhé straně světelného spektra náleží barva modrá (Hawking 1988).

Rostliny se řadí mezi organismy autotrofní, tudíž je jejich existence zcela závislá na slunečním záření, a jelikož je pro rostliny 56% viditelného světla nedostupných je i nakládání s ním primární (Woolley 1971; Canham et al. 1994). Pro rostliny je nejdůležitější fotosynteticky aktivní záření (FAR), které svou vlnovou délkou takřka odpovídá námi viditelnému světlu. Toto záření je využíváno při fotosyntéze, kdy se světelná energie pomocí chlorofylu mění na energii chemickou a tím jsou produkovány organické látky, které rostlina využívá k metabolismu (Decoteau et al. 1996). Světlo je také jeden z hlavních faktorů, jenž svým působením ovlivňuje klíčení, šíření, růst a skladbu lesního porostu (Brosfiske et al. 2001; Jelaska et al.; Gray & Spies 1996).

Pro přirozenou obnovu je tedy velice důležitá prostupnost světla skrz stromové patro, jeho druhové složení a zápoj (Sagar 2008). Například v listnatém opadavém lese bylo zjištěno, že v květnu prostupuje korunami neolistěných stromů osmkrát více světla než v červenci (Gendron et al. 2001). Begon (et al. 2005) zjistil rozdíly v listech jednoho jedince vzhledem k pozici listu v koruně. Listy, jež jsou běžně vystaveny přímému záření, jsou tlustší a mají buňky uspořádané ve více vrstvách s vyšším obsahem chlorofylu, zatím co listy zastíněné vstřebávají především difuzní záření a nemají tak robustní stavbu.

4 Obecná charakteristika zkoumané oblasti

Parcul Natural Munții Maramureșului je Rumunský národní park, východních Karpat, ležící v severovýchodní části okresu Maramureș. Správa národního parku má sídlo ve městě Vișeu de Sus, jenž se nachází v severní části Rumunska nedaleko hranic s Ukrajinou. Tento park vznikl rozhodnutím vlády č. 2151 a to 30. Listopadu 2004. Celková rozloha parku je 148 850 hektarů a nejvyšším bodem je zde vrchol hory Farcău, sahající do výše 1961 m n. m. Na území tohoto parku bylo celkem určeno 169 taxonů hub, 128 taxonů lišejníků, 286 taxonů mechorostů a 682 taxonů vyšších rostlin.

Ochrana tohoto území je zajištěna pomocí tří ochranných zón.

- I. Zona de protecție integrală (zóna plné ochrany) zaujímá území o rozloze 18 769 ha a při jejím vymezování byla zohledněna nutnost uchovávání reprezentativních vzorků ekosystému v této biogeografické oblasti, která je reprezentována především hodnotou biologické rozmanitosti ekosystémů.
- II. Zona de management durabil (zóna udržitelného řízení) má rozlohu 79 585 ha a slouží jako přechod mezi zónou plné ochrany a zónou udržitelného rozvoje lidských činností.
- III. Zona de dezvoltare durabilă (zóna trvalého rozvoje lidských činností) s rozlohou 35 000 ha je na území, které je již ovlivněno antropogenními změnami, způsobenými buďto tradičním hospodařením (pastviny) nebo využíváním neobnovitelných přírodních zdrojů.

Geologické poměry: Z geologického hlediska se Maramurešské hory dělí na 3 strukturální oblasti. Nejrozsáhlejší je Krystalicko-mezozoická oblast, ležící mezi řekami Ruscova a Borsa. Nejčastěji vyskytující se horninou je zde krystalická břidlice, vzniknuvší v období proterozoika (starohory). Dalšími zástupci tohoto období jsou: svory, okaté ruly, amfibolity a pegmatity. V éře paleozoika (prvohory) se zde vyvinuly fylity, chloritické břidlice a krystalické vápence. Na přelomu paleozoika a mezozoika se zde v severní části vytvořily křídové útvary, jež se vyskytují buď to jako synklinály (vrásy) nebo jakoolistolitové bloky ve flyši.

Druhá strukturální oblast, která charakterizuje Maramurešské pohoří se nazývá Flyšová a kopíruje vnější stranu krystalického masivu v severozápadní části pohoří. Nejstarší horniny pochází z počátku mezozoika a jsou tvořeny křemennými pískovci, jílovými skalami a částečně dolomitovými vápenci. Postupem času, v období střední jury, se zde vytvořily křemenné konglomeráty, biotitické pískovce, vápencové plotny s uhelnými pánvemi a jílovité břidlice se silně tektonizovanými pyroklastickými zlomy. Teprve na přelomu svrchní jury a spodní křídly byla tato formace rozšířena o argility, šedé pískovce, brekcie, kalkarenity, čediče a čedičové tufy.

Třetí část je nazývána jako oblast Karpatské Maramury nebo též Maramurešská deprese. Z hlediska vzniku se ze všech tří oblastí jedná o oblast nejmladší. Její vznik započal v paleocénu, což je nejstarší období kenozoické éry a byl situován do koryt řek Ruscova a Borsa. Toto území je velmi bohaté na polymetalické sulfidy, a proto jsou tyto prameny hojně využívány ke komerčním účelům.

5 Metodika

Byla vytvořena síť polygonů (1 polygon na 10 ha), ve které se náhodně vygenerovaly 3 body (klastry). Z každého tohoto klastru se po vrstevnici ve vzdálenosti 40 metrů na každou stranu vyznačily středy výzkumných ploch. Plocha byla kruhového tvaru o poloměru 21,85m, což odpovídá rozloze 1 500m². Pokud zájmové území splňovalo podmínky pro vyznačení plochy (sklon byl nižší než 40 stupňů, území nebylo výrazně podmáčené, neobsahovalo výrazné množství skeletu nebo nebylo nějakým způsobem nereprezentativní) vyznačil se střed plochy a pomocí buzoly a Vertexu se zaměřila poloha tohoto bodu od klastru. Pokud terénní podmínky nedovolovaly umístění plochy v tomto místě, musel se střed posunout na místo, které splňovalo zadaná kritéria. Nebo se uvedl důvod, proč tato lokalita nesplňovala podmínky pro umístění plochy a pokračovalo se podle pořadí na bod další. Plocha, která se nacházela severně od klastru, se označila jako plocha 1 a plocha jižně od klastru jako plocha 2.

5.1 Popis plochy

Střed výzkumné plochy byl označen ocelovým kolíkem, jenž byl zatlučen do země a zaměřen pomocí GPS. Zaměření probíhalo tak, že se nad střed plochy umístila výtyčka a do výšky 2 m se upevnil Glo přijímač, který byl třikrát zaměřen. Dále byly do tří nejbližších stromů ve výšce 1,3m zapíchnuty připínáčky, směřující do středu plochy.

U každé plochy se zaznamenávaly údaje o svažitosti, expozici a topografii. Sклон byl měřen Vertexem, poté se buzolou zjistila orientace svahů vůči světovým stranám a určila se expozice svahu. Nakonec se určila topografie podle umístění lokace ve svahu (úpatí, úbočí, vrchol).

5.2 Zmlazení

Za zmlazení se považoval jakýkoliv strom, jenž měl tloušťku v 1,3m nad zemí nižší než 6cm.

Zjišťování počtů jedinců na ploše se provádělo dvěma způsoby. První způsob se prováděl po celé výzkumné ploše. Spočíval ve spočítání jedinců stejného druhu a zařazení do výškových tříd.

Výškové třídy:

1. výšková třída: 0,5- 1,3m

2. výšková třída: 1,3- 2,5m

3. výšková třída: > 2,5m.

Druhý způsob byl o něco obtížnější, jelikož byl spojen s pořizováním hemisférických fotografií. Nejprve se ze středu výzkumné plochy vyznačilo pět transektů, z nichž první směřoval na sever. Každý další transekt byl odkloněn o 72° ve směru hodinových ručiček. Na každém transektu se ve vzdálenosti 12,1m od středu vyznačil střed podplošky čtvercového tvaru o rozměrech 2*2m. Na těchto pěti podploškách se opět spočítal počet jedinců stejného druhu a zařadil se do výškových tříd:

1. výšková třída: <0,5m

2. výšková třída: 0,5- 1,3m

3. výšková třída: 1,3- 2,5m

4. výšková třída: > 2,5m.

Navíc se na těchto podploškách zaznamenávalo i poškození zvěří:

A- zmlazení bez přítomnosti okusu

B- zmlazení slabě poškozené okusem (vzrostlé vrcholy nebo poškozeno méně než 20% laterálních pupenů)

C- zmlazení středně poškozené okusem (poškozeno 20-80%)

D- zmlazení těžce poškozené okusem (poškozeno 80-100%)

FR- Fraying (vytloukání)

BR- Bark ripping (ohryz + loupání)

5.3 Hemisférické fotografie

Jedná se o metodu zjišťování průniku světla na stanoviště skrz koruny stromů pomocí fotografie. Tyto fotografie jsou pořizovány širokoúhlým objektivem zvaným rybí oko (Rich 1990). Úhel, který je schopen objektiv zachytit se blíží nebo je roven 180° (Frazer et al. 1997). Původně měl tento objektiv sloužit ke studii mraků (Hill 1924), ale v šedesátých letech dvacátého století se začal využívat i k jiným účelům, například v oboru ekologie lesa ke zjišťování světelných podmínek v porostu (Evans a Coombe 1959; Anderson 1964).

Dnes je již běžnou praxí vyhodnocovat hemisférické fotografie pomocí počítačových programů, např. WinScanopy, Gap Light Analyzer 2.0, Hemisfer, HemiView, HemIMAGE a další. Vzhledem k množství těchto softwarů se

v posledních letech zhotovilo několik prací k jejich porovnání (Jarčuška 2010; Promis et al. 2011)

Pro zachycení charakteristiky prostředí se ze středu plochy vyfotily 4 fotografie (na každou světovou stranu jedna) běžné kvality (bez efektů). Poté se pomocí širokoúhlého objektivu na každé podplošce vyfotografovaly 3 hemisférické fotografie s odstupňovanou expozicí. Postup při fotografování byl následující: na fotoaparát se připevnila libela a monopod. Monopod se nastavil tak, aby fotoaparát byl ve výšce 1,3m nad terénem a umístil se do středu podplošky, s libelou směřující na sever. Pomocí libely se fotoaparát uvedl do horizontální a vertikální roviny.

Nastavení fotoaparátu:

“Av režim”; clona 6.2 – 11; ISO: auto

bracketing: 2ev, 3ev, 4ev (přizpůsobené aktuálnímu počasí, při velké oblačnosti 1ev, 2ev, 3ev)

metering mode: centerweighted average metering

kvalita: 6.3 Mpx (medium)

autorotation: off

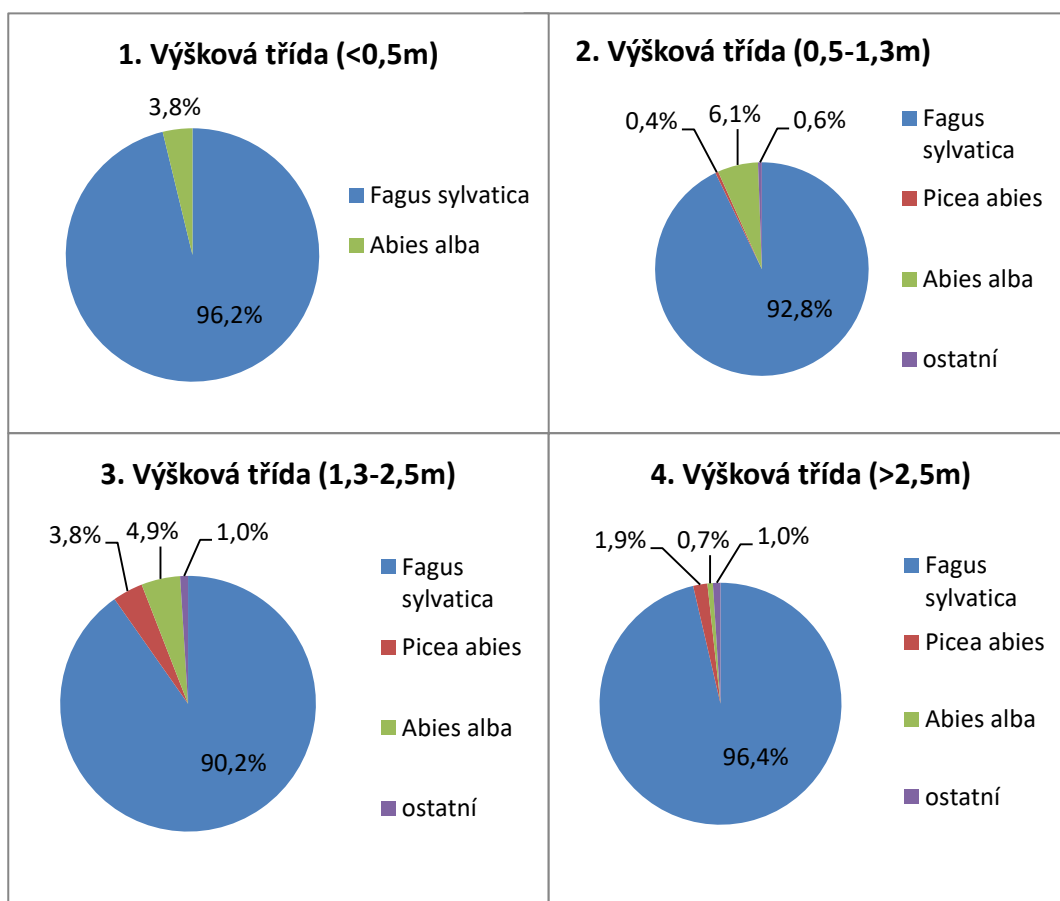
objektiv nastaven na nekonečno, manuální ostření (M)

6 Výsledky

Tato kapitola je věnována prezentaci výsledků mého měření, které proběhlo v létě roku 2015 v Rumunském pohoří Maramureš. Na tomto území bylo celkem vygenerováno 13 klastrů, z čehož vyplývá, že se zde nachází 26 výzkumných ploch, z kterých pochází následující data. V rámci přehlednosti jsem kapitolu rozdělil na 4 podkapitoly.

6.1 Druhové složení

Z hlediska druhového složení byl nejpočetnějším druhem buk lesní, druhým nejpočetnějším druhem se stala jedle bělokorá a třetím smrk ztepilý. Průměrné procentuální zastoupení druhů dle jednotlivých výškových tříd je zobrazeno v následujících grafech:

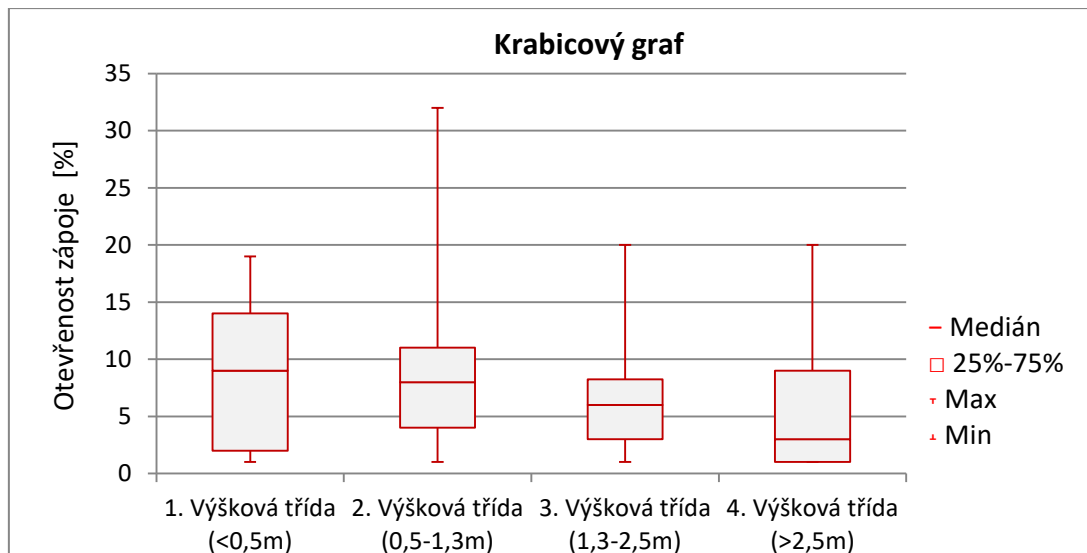


Obrázek 1 výšeový graf zobrazující zastoupení dřevin ve výškových třídách

Z obrázku č. 1 můžeme vyčíst, že absolutně nejčetnější dřevinou je buk lesní, který ani v jedné ze čtyř výškových tříd neklesá pod zastoupení 90%. Ve výseči s názvem ostatní, se vyskytují následující druhy: jeřáb ptačí (*Sorbus Aucuparia*), bez černý (*Sambucus nigra*), líska obecná (*Corylus avelana*), jilm (*Ulmus sp.*), vrba (*Salix sp.*), javor (*Acer sp.*) a jasan (*Fraxinus sp.*). Tyto druhy byly ovšem často zastoupeny pouze jedním jedincem na ploše a proto v grafech nemají samostatnou výseč.

6.2 Vliv otevřenosti zápoje na vertikální strukturu

V této podkapitole se budu věnovat vlivu otevřenosti zápoje (openness), na densitu přirozeného zmlazení. Hodnota otevřenosti zápoje se udává v procentech a byla zjištěna analýzou hemisférických fotografií pomocí programu WinSCANOPY (https://www.regentstruments.com/assets/winscanopy_about.html)



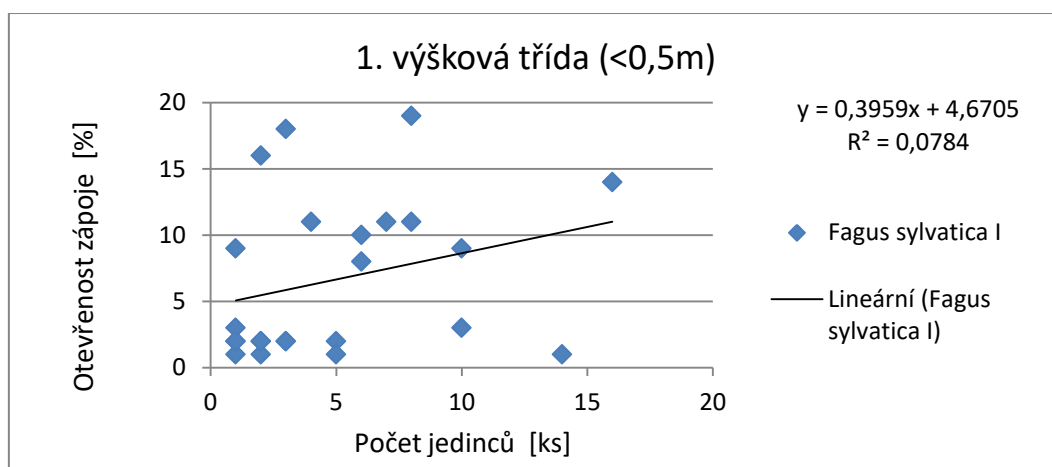
Obrázek 2 Kráčkový graf

Na obrázku č.2 je zobrazeno v jakém rozmezí otevřenosti zápoje se vyskytoval nejvyšší počet jedinců dané výškové třídy na podploškách 2x2m. To že je medián 4. výškové třídy pouze na hranici 3% je důsledkem toho, že

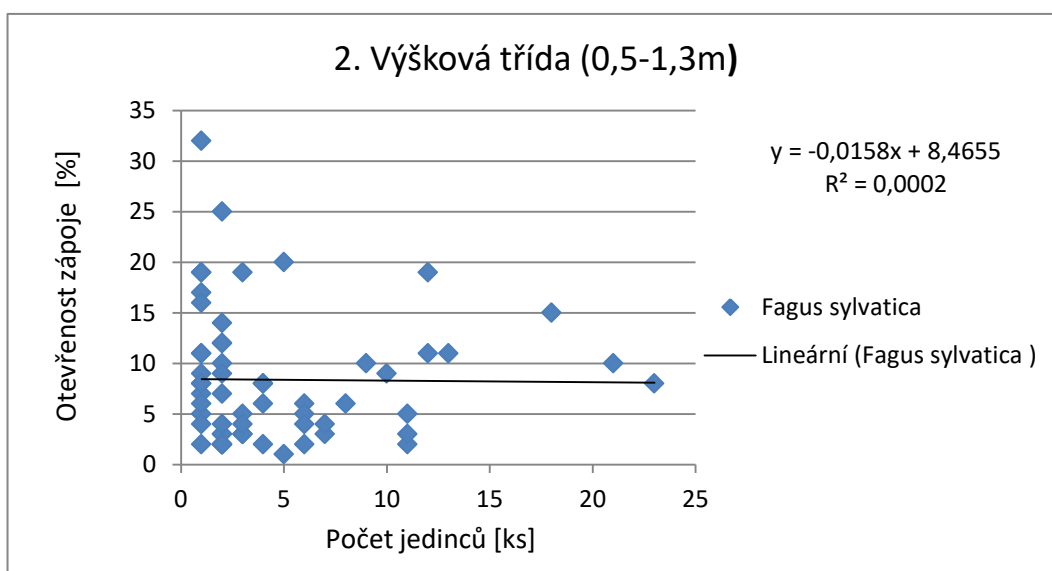
hemisférické fotografie jsou pořizovány ve výšce 1,3m, tudíž je na fotografii zachycena i koruna zmlazení.

6.3 Vliv otevřenosti zápoje na početnost jedinců buku

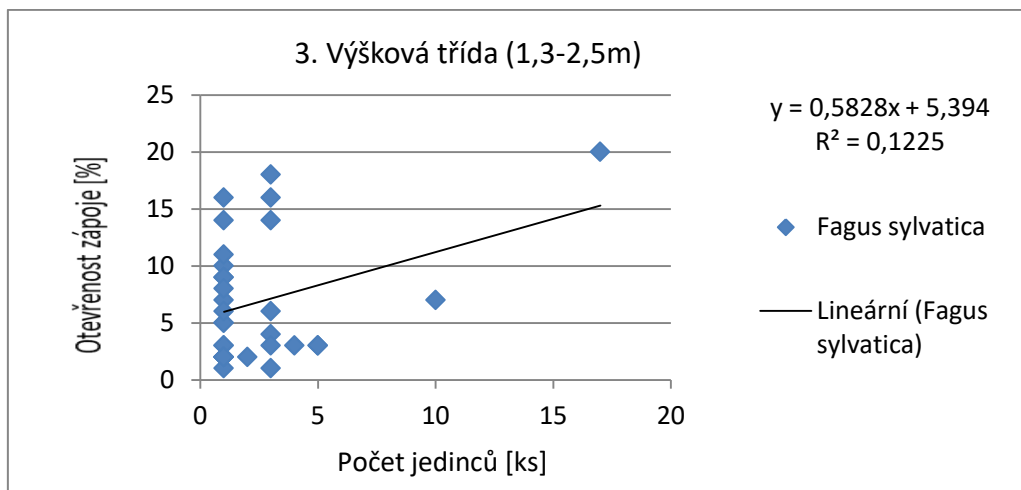
Jelikož je dle grafu č. 1 nejpočetnějším druhem buku, rozhodl jsem se zde prezentovat 4 bodové grafy, které jsou rozděleny podle jednotlivých výškových tříd a zobrazují počet jedinců buku na podploškách 2x2m ve vztahu k otevřenosti zápoje.



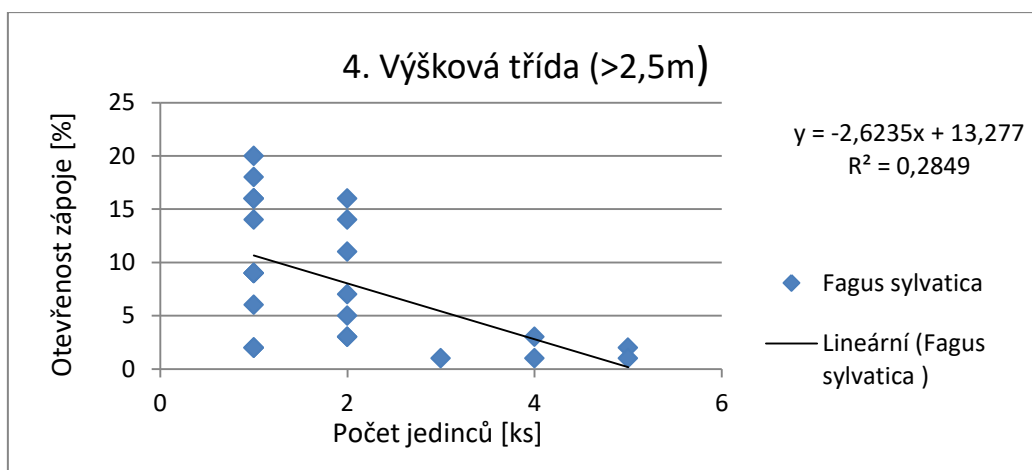
Obrázek 3 počet jedinců buku v závislosti na otevřenosti zápoje I.VT



Obrázek 4 počet jedinců buku v závislosti na otevřenosti zápoje II.VT



Obrázek 5 počet jedinců buku v závislosti na otevřenosti zápoje III.VT

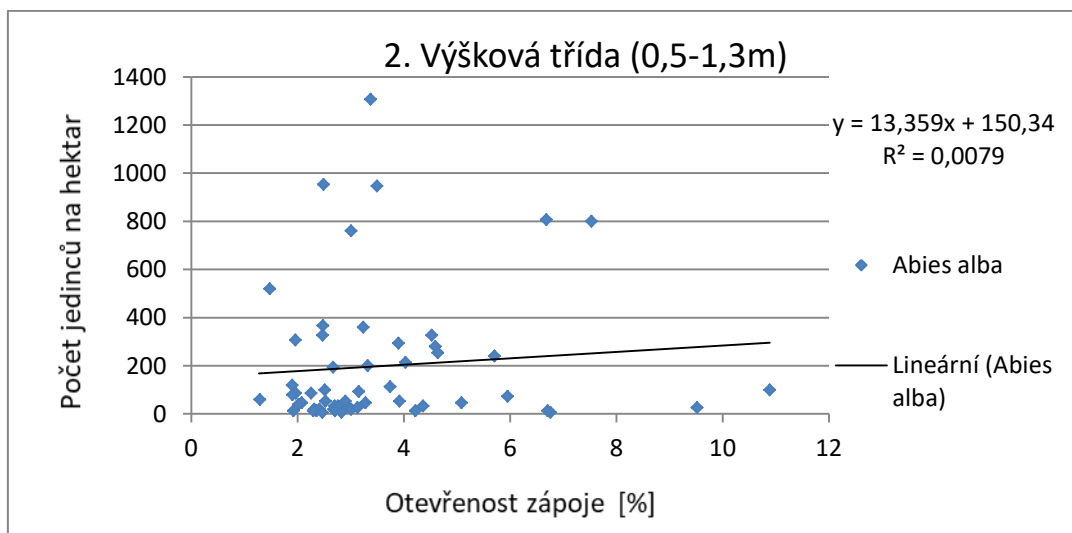


Obrázek 6 počet jedinců buku v závislosti na otevřenosti zápoje IV.VT

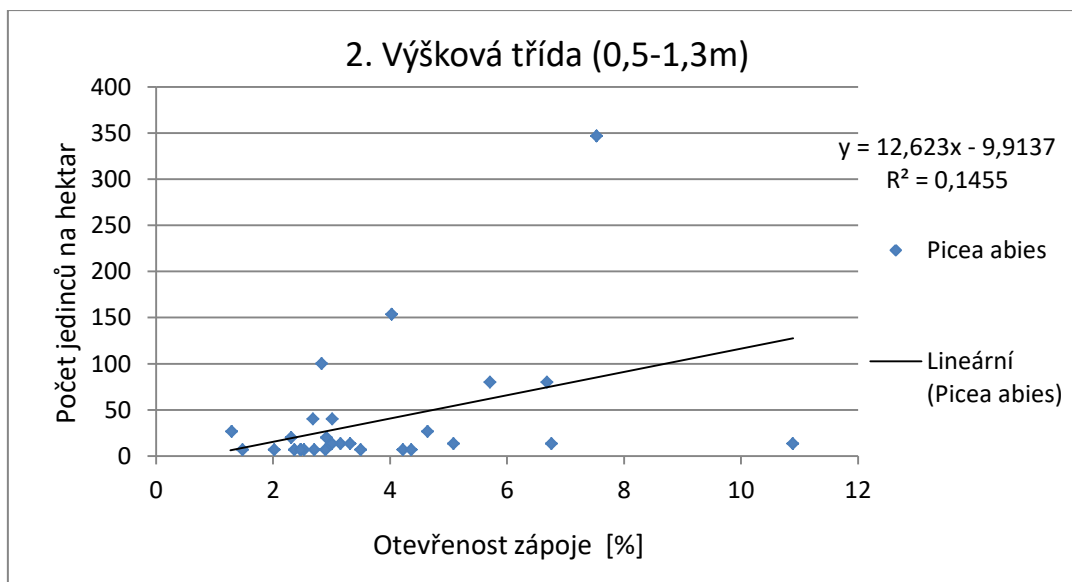
Z grafů na obr. 3, 4, 5 a 6 můžeme vypočítat, že do výšky 2,5m lineární spojnice trendu roste, což znamená, že se zvyšující se otevřeností zápoje se zvyšuje i počet jedinců na ploše. Naopak ve výšce nad 2,5m lineární rovnice trendu klesá, což poukazuje na rostoucí počet jedinců s klesající otevřeností zápoje.

6.4 Vliv otevřenosti zápoje na početnost smrku a jedle

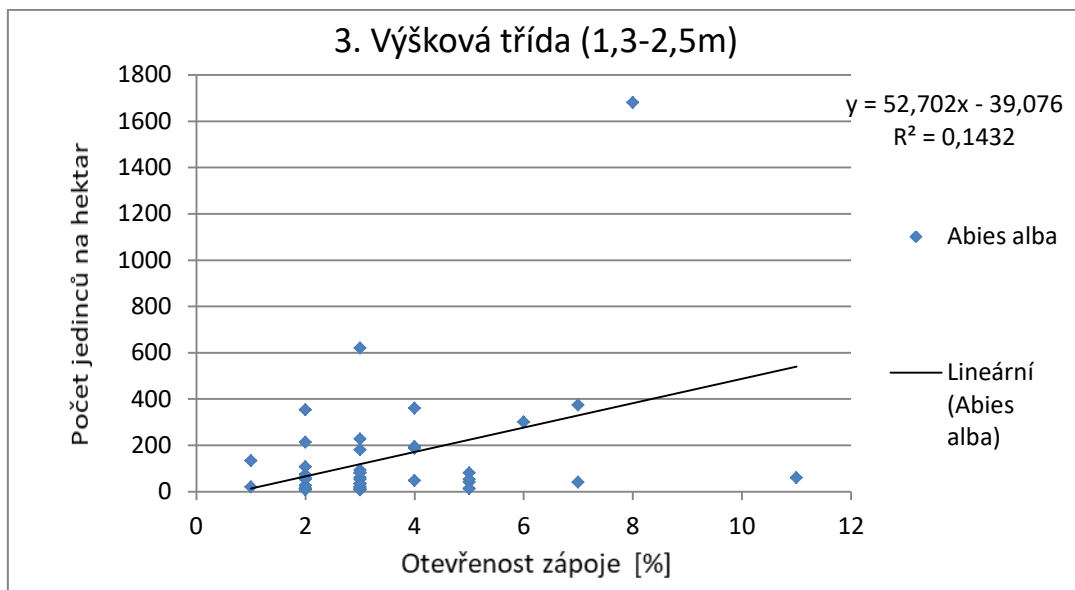
V důsledku nízkého počtu jedinců jedle a smrku na podploškách 2x2m jsem se rozhodl, že zde budu prezentovat výsledky skládajících se z 6 grafů, které byly vytvořeny ze zmlazení počítaném na celé výzkumné ploše (1500m²) a zprůměrované na jeden hektar. Proto tyto grafy nebudou obsahovat výškovou třídu do 0,5m.



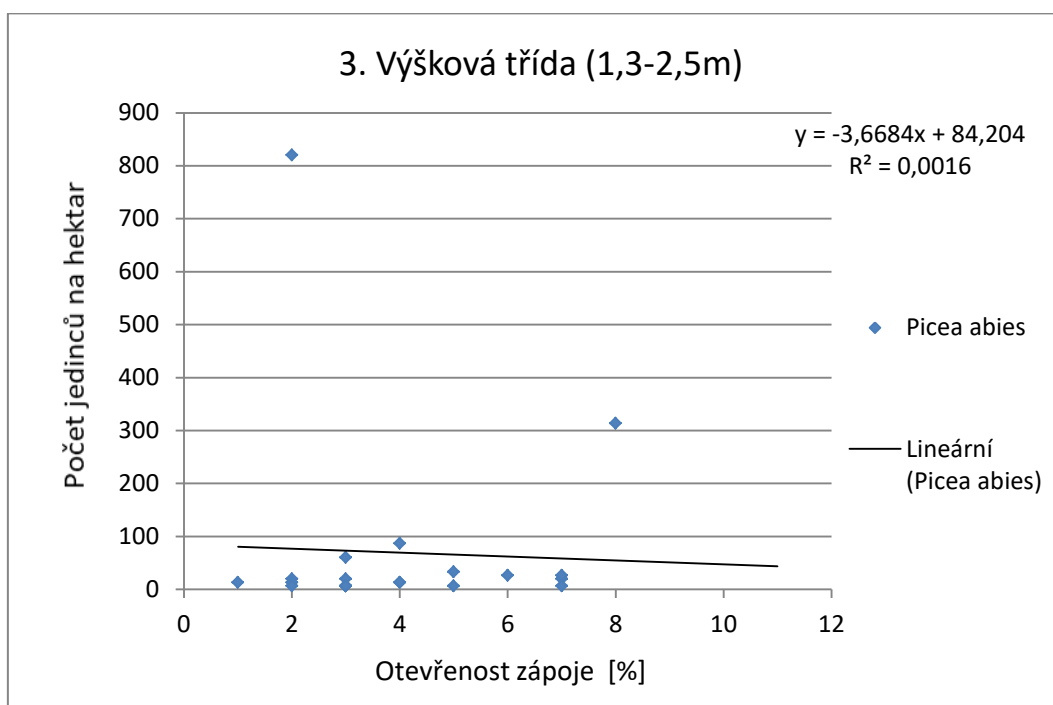
Obrázek 7 počet jedinců jedle v závislosti na otevřenosti zápoje II.VT



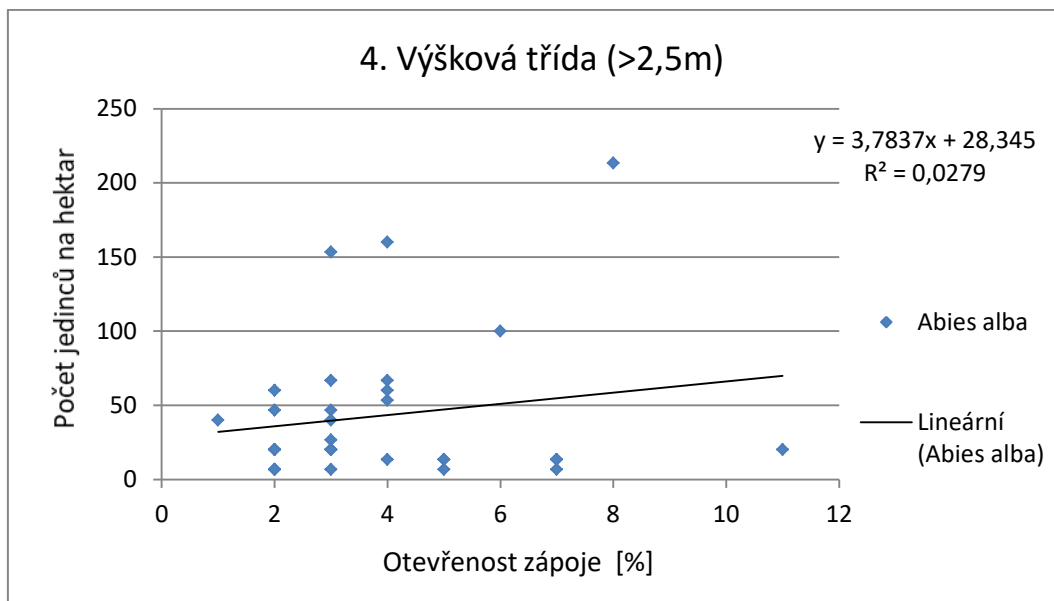
Obrázek 8 počet jedinců smrku v závislosti na otevřenosti zápoje II.VT



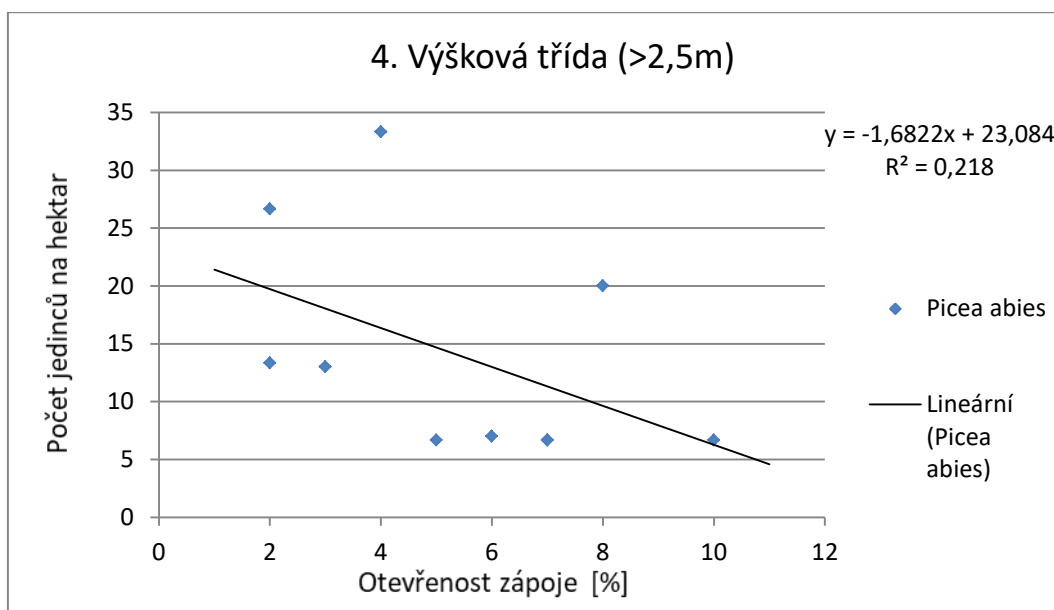
Obrázek 9 počet jedinců jedle v závislosti na otevřenosti zápoje III.VT



Obrázek 10 počet jedinců smrku v závislosti na otevřenosti zápoje III.VT

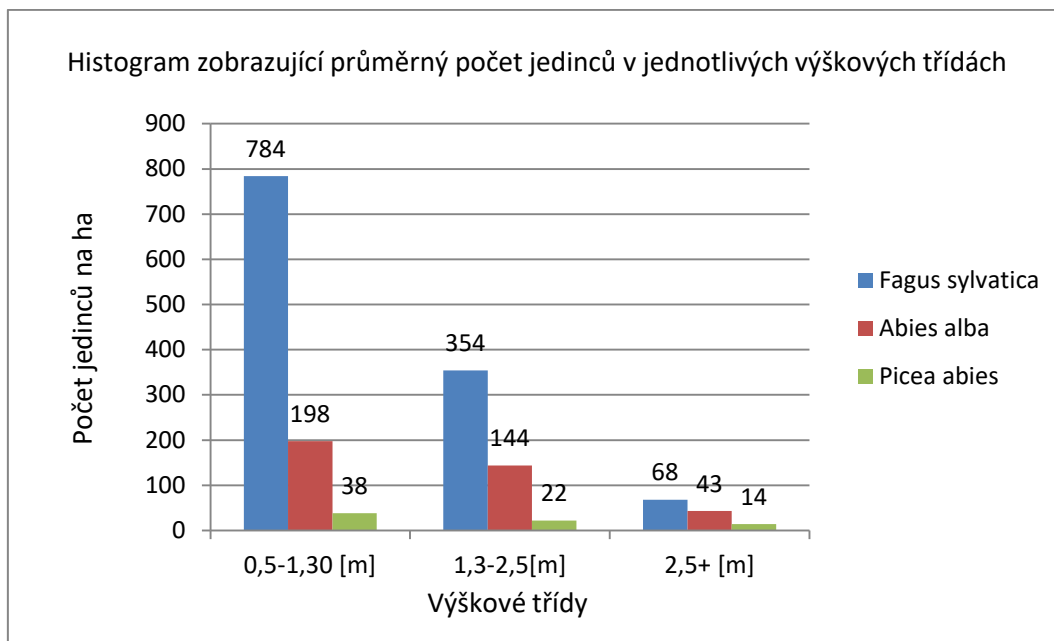


Obrázek 11 počet jedinců jedle v závislosti na otevřenosti zápoje IV.VT



Obrázek 12 počet jedinců smrku v závislosti na otevřenosti zápoje IV.VT

U jedle a smrku lze podle lineární spojnice trendu vypočítat, že ve všech případech, kromě jedinců smrku ve 4. Výškové třídě se počet jedinců zvyšuje spolu s rostoucí otevřeností zápoje.



Obrázek 13 histogram

Na obrázku č. 13 můžeme vidět průměrný počet jedinců na hektar, který je opět vytvořen z celoplošného zmlazení na výzkumné ploše. A proto nekoresponduje s procentickým zastoupením na grafu č. 1, který je tvořen z podplošek 2x2m.

7 Diskuse a závěr

Jednou ze specifikací lesního prostředí je stín. Množství světla a jeho kvalita je závislá na úhlu, pod kterým do porostu dopadá. Zároveň je také závislé na denní době a ročním obdobím (Procházka et al. 2003). Petřík a Bublinec (1972) tvrdí, že přísun světla je značně ovlivněn dřevinou skladbou. Jako příklad uvádí, že pokud je ve smrko-jedle-bukovém lese zastoupení jedle 90%, do neolistěného porostu dopadá pouze 15% světelného záření, ale pokud je zastoupení jedle pouze 10%, dopadá do neolistěného porostu 40% světelného záření. Dvojice autorů dále uvádí rozdíl ohledně do podrostu dopadajícího světla v čistě bukových lesích v souboru lesních typů *fageto pauper* během ročních období. Do neolistěného porostu dopadá 40-45%, kdežto do olistěného pouze 1,5-2,5% světelného záření. Zajímavý vztah také zjistil Raininger (2000). Autor uvádí, že jedle k asimilaci využívá spíše modré krátkovlnné záření světelného spektra a červené dlouhovlnné propouští. Naproti tomu buk využívá dlouhovlnné záření světelného spektra a krátkovlnné propouští. Tím vysvětluje, proč se semenáčkům buku daří pod jedlí a naopak.

Nejpočetnějším druhem, který se v Rumunských Karpatech zmlazuje je buk lesní, který měl ve výškové třídě do 0,5m nejvyšší počet zmlazení 16ks/4m² při otevřenosti zápoje 14% (obr3). Ve výškové třídě 0,5-1,3m se buk zmlazoval v počtu 784ks/ha, jedle 198ks/ha a smrk 38ks/ha při otevřenosti zápoje od 1-32% s mediánem 7%. O třídu výš, s rozpětím 1,3-2,5m a otevřeností zápoje od 1 do 20% se buk průměrně zmlazoval v počtu 354ks/ha, jedle 144ks/ha a smrk 22ks/ha. V poslední výškové třídě jsou počty jedinců o mnoho nižší než ve třídách předchozích. Buk zde má průměr 68ks/ha, jedle 43ks/ha a smrk 14ks/ha, přičemž otevřenost zápoje je zde velice nízká a to od 1 do 20% s mediánem 3%. Když si prohlédneme jednotlivé grafy, lze obecně říci, že s rostoucí otevřeností zápoje roste i počet jedinců na ploše. Vyjimku zde tvoří grafy č. 6 a 12, které jsou, dle mého názoru, jak už jsem zmiňoval ve výsledcích ve 4 výškové třídě a tudíž s rostoucím počtem jedinců klesá otevřenost zápoje, neboť si při pořizování hemisférických fotografií sami stíní.

K podobným závěrům dospěl i Špulák (2009), který zaznamenal pozitivní vztah průměrné výšky a průměrného přírůstu k otevřenosti zápoje v Krkonoších. Výsledky našich prací se rovněž shodovaly v úbytku maximálního počtu semenáčků na jednotku plochy při vyšší otevřenosti zápoje. Negativní vztah mezi hustotou zmlazení listnatých stromů a otevřeností zápoje publikoval také Modrý (et al. 2004).

8 Seznam použité literatury

ALEXEJEV, B. D. *Zajímavosti ze světa rostlin*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1990. 152 s.

ANDERSON, M. C. *Studies of the wood-land light climate I. The photographic computation of light condition*. Journal of Ecology, 1964. 52: 27-41.

BEGON, M.; TOWNSEND, C. R. et HARPER, J. L. *From individuals to ecosystems*. 4th edition. Wiley-Blackwell, 2005. 66-75.

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

BROSOFKSKE, K. D.; CHEN, J.; CROW, T. R. *Understory vegetation and factors implications for a managed Wisconsin landscape*. Forest Ecology and Management, 2001. 146: 75-87

CANHAM, C. D.; FINZI, A. C.; PACALA, S. W. and BURBANK, D. H. *Causes and consequences of resource heterogeneity in forest: interspecific variation in light transmission by canopy trees*. CAN. J. FOR. VOL. 24, 1994. 337-349 s.

DECOTEAU, D. R.; WILSON, S. B.; RAY, C. L. et GRAHAM, H. H. *A plant physiologist's view of the perception of light and color by plants*. Proc. Amer. Soc. for Plasticulture 1996. 26: 158-163

EVANS, G. D. et COOMBE, D. E. *Hemispherical and woodland canopy photography and the light climate*. Journal of Ecology, 1959. 47: 103-113.

FRAZER, G. W.; TROFYMOW, J. A.; LETZMAN, K. P. *A method for estimating canopy openness, effective leaf area index, and photosynthetically active photon flux density using hemispherical photography and computerized image analysis techniques*. Canadian Forest Service, Forest Ecosystem Processes Network, 1997. 81s

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

GENDRON, F.; MESSIER, C. et COMEAU, P. G. *Temporal variations in the understorey photosynthetic photon flux density of a deciduous stand: the effects of canopy development, solar elevation, and sky conditions*. Agricultural and Forest Meteorology, 2001. 106: 23-24.

GRAY, A. N. et SPIES, T. A. *Gap size, within-gapposition and canopystructureeffects on conifer seedling establishment*. Journal of Ecology, 1996. 84 (5): 635-645.

HAWKING, S. *A Brief History of Time. From the Big Bang to Black Holes*. New York: Bantam Books Inc, 1988. 202 s. ISBN 978-80-2571-527-7 (Argo); ISBN 978-80-7363-713-2 (Dokořán)

HILL, R. *A lens for whole sky photographs*. Quarterly of the Royal Meteorological Society, 1924. 50: 227-235.

JARČUŠKA, B.; KUCBEL, S. et JALOVÍAR, P. *Comparison of output results from two programmes for hemispherical image analysis: Gap Light Analyser and WinScanopy*. Journal of Forest Science, 2010. 56: 147-153

JONÁŠOVÁ, M. *Vítr a kůrovec obnovují horské smrčiny*. Šumava – čtvrtletník správy NP a CHKO Šumava, 2008 (Léto). 4-7. s

KINDLMANN, P.; MATĚJKA, K.; DOLEŽAL, P. *Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody*. Praha: Karolinum, 2012. 322 s. ISBN 978-80-245-2155-5.

KORPEL', Š. *Pralesy Slovenska*. Bratislava: Veda – Slovenská akadémia vied, 1989. 322s. ISBN 80-224-0031-9.

KORPEL', Š. *Pralesy Slovenska*, I. al. Veda, 1989. 328 s. ISBN 8022400319

KORPEL', Š.; VINŠ, B. *Pestovanie jedle*. Bratislava: Slovenské vydavateľstvo pôdohospodárskej literatúry, 1965. 340 s.

KOŠULIČ, M. *Cesta k přírodě blízkému hospodářskému lesu*. Brno: Forest Stewardship Council CR, 2010. 1-51 s.

MÁLEK, J. *Problematika ekologie jedle bělokoré a jejího odumírání*. Praha: Academia, 1983. 108 s.

MODRÝ, M.; HUBENÝ, D.; REJŠEK, K. *Differential response of naturally regenerated European shade tolerant tree species to soil type and light availability*. Forest Ecology and Management, 2004. 188: 185-195.

MODLINGER, R.; LIŠKA, J.; KNÍŽEK, M. *Hmyzí škůdci našich lesů*. Výzkumný ústav lesního hospodářství a myslivosti, 2015, ISBN 978-80-7434-206-6

MUSIL, I. *Lesnická dendrologie 1. Jehličnaté dřeviny*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2003. 177 s. ISBN 80-213-0992-X-2.ed.

MUSIL, I. *Listnaté dřeviny (1) Přehled dřevin v rámci systému rostlin krytosemenných*. Praha: Česká zemědělská univerzita v Praze, 2005. 79 s. ISBN 80-213-1367-6

OLIVER, C. D.; LARSON, B. C. *Forest stand dynamics*, New York: Publisher John Wiley and sons, 1996. 540 s. ISBN 0471138339

PETRÍK, M.; BUBLINEC, E. *Stanovistne vlastnosti lesnych spolocenstiev na mineralne bohatych horninách*. Bratislava: VÚLH, 1972. 122 s.

PROCHÁZKA, S.; MACHÁČKOVÁ, I.; KREKULE, J.; ŠEBÁNEK, J. *Fyziologie rostlin*, Praha: Academia Praha, 2003. 484 s.

PROMIS, A.; GÄRTNER, S.; BUTLER-MANNING, D.; DURÁN-RANGEL, C.; REIF, A.; CRUZ, G. et HERNÁNDEZ, L. *Comparison of four different programs for the analysis of hemispherical photographs using parameters of canopy structure and solar radiation transmittance*. *Waldökologie, Landschaftsforschung und Naturschutz*, 2011. 11: 19-33.

RICH, P. M. *Characterizing plant canopies with hemispherical photographs*. *Remote Sensing Reviews*, 1990. 5: 13-29.

SAGAR, R.; SINGH, A. et SINGH, J. S. *Differential effect of woody plant canopies on species composition and diversity of ground vegetation: a case study*. *Tropical ecology*, 2008. 49 (2): 189-197.

SCHAUER, T. *Der Pflanzenführer für unterwegs*. Mnichov: BLV Buchverlag GmbH & Co. KG, 2005. 494 s. ISBN 978-80-255-0318-8.

SCHMITHÜSEN, F. *Prales – a les kulturní*. Praha: ČZU v Praze- fakulta lesnická, 2003. ISBN 80-213-1066-9

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

ŠANTRŮČKOVÁ, H.; VRBA, J.; KŘENOVÁ, Z.; SVOBODA, M.; BENČOKOVÁ, A.; EDWARDS, M.; FUCHS, R.; HAIS, M.; HRUŠKA, J.; KOPÁČEK, J.; MATĚJKA, K.; RUSEK, J. *Co vyprávějí šumavské smrčiny. Průvode lesními ekosystémy Šumavy*. Vimperk: Správa NP a CHKO Šumava, PŘF Jihočeské univerzity a Česká společnost pro ekologii, 2010. 153 s. ISBN 97-8-80-87257-04-3.

ŠPULÁK, O. *Kvalita a kvantita přirozené obnovy buku ve vztahu ke světelným podmínkám mateřského porostu*. Opočno: VÚLHM Zprávy lesnického výzkumu, svazek 54, číslo 4/2009

ŠTYKAR, J. *Lesnická fytocenologie a typologie*. Brno: Mendelova zemědělská a lesnická univerzita v Brně, 2008. 252 s. ISBN 978-80-7375-144-9

PICKETT S. T. A., WHITE P. S.,: *The Ecology of Natural Disturbance and Patch Dynamics*. Academic press, 1985 London, 472 s.

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*. Canadian Journal of Forest Research, 2000 30: 1148 - 1155.

ÚRADNÍČEK, L.; MADĚRA, P.; TICHÁ, S.; KOBLÍŽEK, J. *Dřeviny České republiky*. Brno: Lesnická práce s.r.o., 2009. 367 s. ISBN 978-80-87154-62-5.

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

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

():

ZLATNÍK, A. *Lesnická fytocenologie*. Praha: Státní zemědělské nakladatelství, 1978. 495 s.]