

STRUKTURA POROSTŮ *PICEA ABIES* (L.) KARST. OVLIVNĚNÝCH ANTHROPOGENNÍMI DISTURBANCEMI V OBLASTI MEDVĚDÍ HORY (NP ŠUMAVA)

STRUCTURE OF *PICEA ABIES* (L.) KARST. STANDS AFFECTED BY ANTHROPOGENIC DISTURBANCES IN THE MEDVĚDÍ HORA AREA (ŠUMAVA NATIONAL PARK), CZECH REPUBLIC

JAN BEDNAŘÍK¹⁾✉ - KAREL MATĚJKA²⁾

¹⁾ Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevařská, Kamýcká 1176, CZ- 165 21 Praha 6 - Suchdol

²⁾ Karel Matějka - IDS, Praha, Na Komořsku 2175/2a, CZ - 143 00 Praha 4

✉ e-mail: bednarik@fd.czu.cz

ABSTRACT

The paper presents the results of a stand structure analysis of open *Picea abies* stand in the area called Židovský les (Jewish forest). This area was strongly influenced by human activities in the past. The virgin forest was cut clear in the middle of the 19th century, and after that the locality was used for cattle grazing and blueberry picking. In the second half of the 20th century, the most opened stands were partly underplanted. Besides the mentioned interventions, the area has remained relatively untouched since World War II. Some authors, consequently, compare the Jewish forest with the non-intervention management areas established after the bark beetle outbreak. The forest structure and natural regeneration were analysed on 10 research plots (50 m × 50 m). According to the results, three main structure types have originated after the disturbance. A dense multi-layered structure has been developed in waterlogged forests, multi-layered open stands have been found around the summit of the Medvědí hora Mt. and on the western slopes. Uniform stands occur on the northern and eastern slopes. Generally, compared with forests in non-intervention management areas, the stands of the Jewish forest differ in low density of trees, absence or lack of deadwood and low density of natural tree-species regeneration.

Klíčová slova: *Picea abies*, struktura porostu, přirozená obnova, pastva, Šumava

Key words: *Picea abies*, stand structure, natural regeneration, grazing, Bohemian Forest, Czech Republic

ÚVOD

Takzvaný Židovský les na Modravsku se v posledních letech stává jedním z fenoménů Šumavy, podobně jako porosty v okolí Plešného jezera nebo Trojmezenský prales v jihovýchodní části tohoto pohoří. Tento název se vžil pro velmi řídké smrkové porosty tvořené jednotlivými solitérami nebo jejich hloučky rostoucí v oblasti Medvědí hory, ležící na hranici s Německem v sousedství Roklanu. Tato lokalita, v minulosti zasažená těžbou bez následného zalesnění, pastvou dobytka a sběrem lesních plodů, byla přinejmenším od druhé světové války ponechána bez významnějších lidských zásahů (kromě podsadeb v nejnižších částech porostů a těžby kůrovcových stromů). Poměrně velká rozloha oblasti a dlouhá doba, po kterou zde docházelo k minimální lidské činnosti, vede některé autory, obávající se o budoucnost šumavských lesů (MARTAN 2009, 2011; VICENA 2011), ke srovnávání Židovského lesa s porosty v bezzásahových územích, na kterých došlo v důsledku žíru lýkožrouta smrkového k odumření stromového patra, přestože struktura horských smrčín v oblastech ponechaných bez lidské intervence vykazuje řadu odlišností.

Strukturu přirozených smrčín ovlivňuje řada faktorů, zásadní význam má však gradient nadmořské výšky a režim disturbancí. V nižších polohách se vytváří porosty zapojené, s homogenní strukturou a dokonalým horizontálním zápojem (MÍCHAL 1983; KORPEL 1989; VACEK 1990; BEBI et al. 2001; KUCBEL et al. 2008; SVOBODA et al. 2010; ČADA, SVOBODA 2011), přestože věkový rozdíl může dosáhnout u stromů

hlavního stromového patra 100 nebo i více let (SVOBODA, ZENÁHLÍKOVÁ 2009). Horizontální rozmístění stromů v porostu je víceméně pravidelné (HOLEKSA et al. 2007), což je důsledek konkurenčních procesů, které vedou k autoredukci (SVOBODA, ZENÁHLÍKOVÁ 2009).

Ve vyšších polohách však dochází ke shlukování (MOTTA et al. 2002; HOLEKSA et al. 2007; KUCBEL et al. 2008), zápoj je uvolněný až přerušovaný, struktura je trvale mezernatá a vrstevnatá (MÍCHAL 1983; BEBI et al. 2001; MOTTA et al. 2002; KUCBEL et al. 2008; JANDA et al. 2010). Koruny stromů jsou hluboce zavětvené, jejich délka neklesá pod 50 % délky stromu, v některých případech je to více než 70 % (JANDA et al. 2010).

Maximální výška stromů se s rostoucí nadmořskou výškou průkazně snižuje (HOLEKSA et al. 2007; SVOBODA, POUSTKA 2008), klesající tendenci má také porostní zásoba (HOLEKSA et al. 2007), obzvláště v případech, že je porost více vertikálně strukturovaný a uplatňuje se větší zastoupení střední a dolní vrstvy (KUCBEL et al. 2008).

Důležitou součástí struktury horských smrčín je také odumřelé dřevo ve formě ležících kmenů nebo stojících souší, které je hlavním znakem probíhajících přírodních procesů (FRAVER et al. 2008; SVOBODA, ZENÁHLÍKOVÁ 2009). V řadě studií byl potvrzen význam tlejícího dřeva (ležících kmenů a pahýlů) jako nejdůležitějšího substrátu pro regeneraci smrku v horských lesích (VACEK 1990; JONÁŠOVÁ, PRACH 2004; KUPPERSCHMID, BUGMANN 2005; ULBRICHOVÁ et al. 2006; ZIELONKA 2006; BAČE et al. 2009; SVOBODA et al. 2010; ČÍŽKOVÁ et al. 2011). Toto mikrostanoviště zpravidla nepokrývá více než 10 % plochy, ale

může na něm regenerovat 40–80 % z celkového množství obnovy (HOFGAARD 1993; ZIELONKA 2006; SVOBODA et al. 2010), přičemž základním faktorem je kvalita a stupeň rozkladu tohoto substrátu. Jako další vhodná mikrostanoviště pro obnovu smrku bývají uváděny mechorosty a hrabanka (KUPFERSCHMIDT, BUGMANN 2005; HOLEKSA et al. 2007; SVOBODA, ZENÁHLÍKOVÁ 2009). Naopak ke zmlazení téměř nedochází v kapradinách (KUPFERSCHMIDT, BUGMANN 2005; ULBRICHOVÁ et al. 2006). Překážkou přirozeného zmlazení jsou také porosty trav, vytvářející husté koberce, především třtiny chloupkaté a metličky křivolaké, které konkurují mladým jedincům smrku v boji o světlo, prostor a živiny (JONÁŠOVÁ, PRACH 2004; KUPFERSCHMIDT, BUGMANN 2005; HOLEKSA et al. 2007; ZENÁHLÍKOVÁ et al. 2011).

Cílem této studie bylo analyzovat současnou strukturu Židovského lesa, vzniklou převážně přírodními procesy, ale v minulosti zásadně ovlivněného lidskou činností a zhodnotit míru jejího přiblížení porostům v bezzásahových územích.

MATERIÁL A METODIKA

Charakteristika výzkumného objektu

Židovský les se nachází na Medvědí hoře (1224 m n. m.; 48°59'39.416"N, 13°25'37.809"E), ležící severovýchodním směrem od Velkého Roklanu. Podloží je tvořeno dvojslídnyými pararulami a migmatizovanými



Obr. 1.

Mapa zájmového území. Bílé křížky označují pozice výzkumných ploch, bílý trojúhelník vrchol Medvědí hora, bílá linie ohraničuje území bývalého kamerálního lesa Roklan, černá přerušovaná linie označuje dřívější majetek velkostatku Prášily. Šedé linie představují vrstevnice s rozstupem 10 m. (Datový podklad Správy NP a CHKO Šumava, GEODIS Brno, s. r. o. – ortofoto 2009)

Fig. 1.

Area of interest. White crosses show positions of the research plots, white triangle shows the summit of the Medvědí hora Mt., white line is borderline of former Roklan forest, black dashed line is borderline of former estate Prášily. Grey lines represent contours with 10 m interval

mi rulami moldanubika (BABŮREK et al. 2006), z půdních typů jsou na lokalitě zastoupeny především kryptopodzol modální, organozem, podzol modální a okrajově také glej histický (KOZÁK et al. 2009). Průměrná teplota vzduchu se pohybuje v rozmezí 2–3 °C, průměrný roční úhrn srážek přesahuje 1200 mm a průměrný sezonní počet dní se sněhovou pokrývkou převyšuje 160 (TOLASZ et al. 2007). Vegetační doba se pohybuje od 80 do 100 dnů (PLÍVA, ŽLÁBEK 1986). Potenciální vegetace je klasifikována jako třtinové smrčiny (*Calamagrostio villosae-Piceetum*) a podmáčené rohozcové smrčiny (*Mastigobryio-Piceetum*), místy v komplexu s rašelinou smrčinou (*Sphagno-Piceetum*) (NEUHÄUSLOVÁ, MORAVEC 1998).

Zájmové území, znázorněné na obr. 1, bylo vybráno na podkladě porostní mapy LHP Srní pro roky 2009–2018 a má celkovou plochu 439 ha. Přibližně dvě třetiny se nacházejí v oblasti takzvaného kamerálního lesa Roklan, zbývající část leží na bývalém schwarzenberském panství Prášily – Dlouhá Ves. Řídké porosty typické pro Židovský les se v období třetího vojenského mapování (1877–1880) nacházely pouze na území kamerálního lesa Roklan, kde se podle historických záznamů ještě na začátku 19. stol. nacházel těžbou nedotčený les, ve kterém však docházelo k pastvě dobytka (ČERNÝ et al. 2010). V letech 1846–1847 však došlo k jeho smýcení židovským podnikatelem Šimonem Mayerem-Löwym – zde má kořeny název Židovský les (VICENA 2011). Následné zalesnění nebylo provedeno a kolem roku 1850 bylo uvažováno o přeměně celého území na pastviny (ACHS 1969). Podle VICENY (2011) se v této oblasti v letech 1877–1914 také sbíraly lesní plodiny. Další historické údaje chybí až do roku 1929, kdy se o kamerálním lese zmiňuje KLEČKA (1930) jako o mladé pasece vzniklé činností větrů, na které probíhá pastva bavorského dobytka. Následující záznamy obsahuje až LHP z roku 1959. Na porostní mapě je zobrazeno území, určené pro zalesnění, o celkové ploše 277,5 ha, které však více než třetinou své rozlohy leželo na bývalém schwarzenberském panství. Z dostupných historických materiálů není zřejmé, co vedlo k posunu smrčkových ředin východním směrem; možnou variantou je větrná disturbance (VICENA 2011) následovaná asanační těžbou (ČERNÝ et al. 2010). Podle záznamů hospodářské evidence zde kromě zalesnění 25,5 ha v sedmdesátých letech 20. stol. nedocházelo k žádným výraznějším lesnickým zásahům až do druhé poloviny devadesátých let. V té době již zájmová oblast náležela pod Správu NP a CHKO Šumava (od roku 1993) a docházelo zde ke kácení a odkornování stromů napadených lýkožroutem smrčkovým. V roce 2007 byla oblast zařazena do bezzásahového území (ČERNÝ 2010).

Sběr a zpracování dat

Aby bylo možné co nejvíce zachytit variabilitu porostů od velmi řídkých až po více zapojené, bylo na Medvědí hoře založeno 10 výzkumných ploch (viz obr. 1, tab. 1) tvaru čtverce o velikosti 0,25 ha (50 × 50 m) vzdálených od sebe cca 200 m, které směřují z vrcholu Medvědí hora západním (5 ploch reprezentujících území kamerálního lesa Roklan), východním a severním směrem (3, resp. 2 plochy na bývalém prášilském panství).

Terénní měření probíhalo s využitím technologie Field-Map firmy IFER (www.fieldmap.cz). Zjišťované údaje byly ukládány do tří základních vrstev: stromy (výška ≥ 1,3 m), přirozená obnova (výška < 1,3 m) a ležící odumřelé dřevo (délka ≥ 1 m, tloušťka na silnějším konci ≥ 7 cm). U všech mapovaných prvků byla zaměřena pozice, určen druh dřeviny a změřena výška nebo délka, u živých stromů a souší výčetní tloušťka (pokud měl strom více kmenů, které se dělily do výčetní výšky, pak se měřily tloušťky všech kmenů), u pahýlů a pařezů s výškou < 1,3 m tloušťka v nejvyšším bodě (v místě, kde byl patrný celý tvar kmene), u ležících klad se tloušťka zjišťovala na obou koncích. U živých stromů se dále zaměřila korunná projekce a výška nasazení živé koruny. Kromě výše zmíněných charakteristik se u přirozené obnovy uváděly následující mikrostanoviště: hrabanka, ležící kmen,

pahýl, pata stromu, vývrat a vegetace. Kategorie vegetace se dále dělila na porosty *Vaccinium myrtillus*, mechorostů a travin.

Taxační zápoj a plocha ležícího odumřelého dřeva byly vypočítány v programu ArcGIS 9.3. Ke stanovení porostní zásoby byly použity objemové rovnice podle PETRÁŠE a PAJTÍKA (1991). Statistické zpracování probíhalo v programech MS Excel 2010 a Statistica 10.

Vztah jednotlivých proměnných byl hodnocen pomocí Pearsonova korelačního koeficientu (r). Vzhledem k asymetrii rozdělení měřených charakteristik byla před dalšími výpočty provedena logaritmická transformace těchto hodnot. Rozdíl charakteru habitu smrku na dvou plochách byl hodnocen jako rozdíl odpovídajících si regresních koeficientů r_1 a r_2 . Statistická významnost rozdílů odpovídajících si regresních koeficientů na dvou srovnávaných plochách byla testována pomocí proměnné U (viz například ANDĚL 1985)

$$U = \frac{z_1 - z_2}{\sqrt{\frac{1}{n_1 - 3} + \frac{1}{n_2 - 3}}} \quad \text{kde} \quad z_1 = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + r_1}{1 - r_1}$$

n_1 počet měřených párů hodnot pro stromy na ploše 1 (obdobně platí i pro plochu 2)

Vzhledem k tomu, že proměnná U má přibližně normální rozdělení $N(0;1)$, lze ji testovat proti kritickým hodnotám normálního rozdělení. Za plochy s rozdílným charakterem růstu smrku (tedy i s rozdílným habitatem) byly považovány takové páry ploch, kde byly nalezeny nejvýznamněji signifikantně odlišné regresní koeficienty mezi proměnnými popisujícími velikost stromů (výška, DBH, plocha korunové projekce, výška nasazení koruny, délka koruny, respektive mezi logaritmy těchto proměnných).

VÝSLEDKY

Struktura porostů

Přestože se na druhovém složení Židovského lesa podílí také jednotlivě vtoušený jeřáb ptačí (*Sorbus aucuparia* L.), na výzkumných plochách byl zaznamenán pouze jeden kus na ploše B8. Prezentované výsledky se tedy vztahují pouze ke smrku ztepilému (*Picea abies* [L.] Karst.), který ve stromovém patře zcela dominuje.

Struktura porostů byla v rámci zájmového území velmi variabilní, jak znázorňuje tab. 2. Přesto byl patrný určitý trend postupného houštění porostů od ředin na vrcholu Medvědí hory k porostům více zapojeným na jejich svazích. Nejméně živých jedinců bylo tedy zaznamenáno na ploše B1 – 32 ks.ha⁻¹, tomuto nízkému počtu odpovídaly také minimální hodnoty výčetní kruhové základny a zásoby (2,7 m³.ha⁻¹, resp. 17,1 m³.ha⁻¹) i korunového zápoje (4 %), naopak nejvyšší počet

700 ks.ha⁻¹ se nacházel na ploše B5, kde byla také zjištěna maximální výčetní kruhová základna 38,5 m².ha⁻¹. Nejvyšší objem živých stromů 321 m³.ha⁻¹ byl zaznamenán na ploše B10, kde při počtu 192 jedinců na ha byla zjištěna největší střední tloušťka (46 cm), výška (19,7 m), plocha korunové projekce (33,8 m²), i korunový zápoj (56 %), naopak nejnižší hodnoty zde nabýval štíhlostní kvocient (46,2). Ten byl naopak nejvyšší na ploše B9 (76,2), kde bylo nalezeno 408 jedinců na hektar převážně v růstové fázi tyčkoviny a tyčoviny, proto zde dosahovala minimální hodnoty jak střední tloušťka (13,6 cm), tak i střední a maximální výška (6,6 m, resp. 19,5 m). Na všech plochách se nacházeli jedinci relativně velkých dimenzí, jak dokládají maximální tloušťky, které se pohybovaly v intervalu 55,6–100,4 cm, ale i hodnoty maximálních korunových projekcí, které se v případě nejmohutnějších solitérů rozprostíraly na plochách od 40,7 do 87,7 m². Naopak maximální výšky dosahovaly relativně nízkých hodnot v rozpětí 19,5 až 28,3 m, podobně jako střední hodnoty nasazení živé koruny; na polovině ploch totiž nedosahovaly ani 1 m a kromě plochy B4, kde maximální výška činila 3,8 m, již hranici 3 m nepřekročily. Na všech plochách tedy přesahovala průměrná délka koruny osm desetin průměrné výšky stromu. Souše nebyly nalezeny pouze na plochách B1 a B6, ve většině případů se jejich hustota pohybovala od 8 do 28 ks.ha⁻¹. Nejvyššího počtu 212 ks.ha⁻¹ dosáhly na ploše B5, maximální hodnota výčetní kruhové základny (15,8 m².ha⁻¹), zásoby (93, 2 m³.ha⁻¹), střední a maximální tloušťky (35,6 cm, resp. 61,2 cm) i výšky (25,1 m) byla však zaznamenána na ploše B4. Zde bylo také nalezeno nejvyšší množství ležícího odumřelého dřeva, jak počtem (312 ks.ha⁻¹), tak objemem (135,6 m³.ha⁻¹) i plochou povrchu půdy, který pokrývalo (519,4 m²). Naopak na čtyřech plochách se nenacházelo vůbec a na dalších třech jeho objem nepřekračoval 11 m³ na hektar.

Rozdělení četností tloušťkových stupňů je také značně variabilní, jak je patrné z obr. 2. Na plochách B1, B6 a B8 zcela chyběli nejslabší jedinci. Stromy menších dimenzí do 20 cm tloušťky se velkou měrou podílely na struktuře porostu ploch B1, B2, B3, B5, B6 a B9, takže polygony četností připomínají svým tvarem obrácené písmeno J. Poměrně vyrovnané zastoupení tloušťkových tříd bylo na ploše B7, zatímco na plochách B4 a B8 se nacházelo nejvíce jedinců s tloušťkou v rozmezí 30–45 cm. Na ploše B10 bylo rozdělení tloušťkových tříd asymetrické, s vrcholem posunutým směrem k silnějším jedincům v intervalu 45–65 cm. Souše měly relativně rovnoměrné zastoupení ve všech tloušťkových stupních s výjimkou ploch B5 a B10. Rozdělení výšek do jednotlivých výškových stupňů znázorňuje obr. 3. Na plochách B1, B3, B6 a B9 má tvar obráceného písmene J, kde byli nejvíce zastoupeni jedinci s výškou do 10 m, na plochách B4, B7, B8 a B10 spíše připomíná jednovrcholovou křivku s výraznou pravostrannou asymetrií u hodnot od 17 do 25 m a dvouvrcholové rozdělení je na plochách B2 a B5.

Na všech plochách byla zjištěna statisticky signifikantní pozitivní korelace ($p < 0,05$) mezi výčetní tloušťkou a výškou, výčetní tloušťkou

Tab. 1.

Základní charakteristiky výzkumných ploch
Basic characteristics of the research plots

Plocha/Plot	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Nadmořská výška/Elevation [m]	1217	1205	1186	1172	1158	1220	1203	1174	1209	1185
Sklon/Slope [°]	2	5	5	3	6	2	6	20	5	4
Orientace/Aspect	SW	W	SW	W	N	ENE	ENE	NE	NE	N
Lesní typ/Ecosite	8M3	8M3	7K1/8G3	8G3/7K1	8G3/8R1	8Z4/8M3	8M3/8K2	8K2	8M3	8M3/8K2
Pokryvnost přízemní vegetace/Ground vegetation cover [%] ¹⁾	90	90	95	80	85	80	90	85	85	85
Klasifikační skupina dle vegetace/ Classification group according to vegetation ²⁾³⁾	A	A	A	B	C	A	B	C	C	C

¹⁾ Viz BEDNAŘÍK, MATĚJKA (2011)

²⁾³⁾ A – *Avenella flexuosa-Nardus stricta-Calamagrostis villosa* community; B – *Dryopteris dilatata-Calamagrostis villosa* community; C – *Eriophorum vaginatum-Vaccinium myrtillus* community (první druh v názvu je diferenciativní, následující druhy dominantní/first species in the name is differential, followed by the dominant species)

a plochou korunové projekce a mezi výčetní tloušťkou a délkou koruny. Negativní korelace se objevila na všech plochách kromě ploch B4 a B5 (kde byla pozitivní) mezi výškou nasazení živé koruny a plochou korunové projekce, ale statisticky významná byla pouze na plochách B6, B8 a B10. Při porovnání korelačních koeficientů výčetních tloušťek, výšek, ploch korunových projekcí, délek korun a výšek jejich nasazení mezi jednotlivými plochami byly ve většině případů zjištěny statisticky významné rozdíly mezi plochami. Nejvíce se odlišovaly plochy B5 a B6, naopak nejméně plochy B1 a B6. Nejvýznamnější rozdíly spočívají ve vztahu výšky nasazení koruny k ostatním proměnným. Tento fakt je nejvíce ovlivněn hustotou porostu, v němž stromy rostly. Obdobně je tomu pro vztah mezi výškou stromu a plochou korunové projekce.

Přirozená obnova

Druhovou skladbu přirozené obnovy tvořily pouze dva druhy, dominantní smrk ztepilý a jeřáb ptačí. Z tab. 3 je patrné, že oproti stromovému patru bylo zastoupení jeřábu vyšší, na celkovém počtu za-

měřených jedinců se podílel 4,1 %. Zcela chyběl na plochách B1 a B5, naopak nejvíce jedinců (48 ks.ha⁻¹) bylo nalezeno na ploše B2. Celkově bylo jeho množství relativně nízké a s výjimkou výše zmíněných ploch se pohybovalo v intervalu 4–28 ks.ha⁻¹. Kromě plochy B9 nebyl na žádném stanovišti zastoupen ve všech výškových stupních; nejvíce zastoupenou kategorií tvořil nálet do 10 cm včetně, přičemž výskyt nárůstů vyšších než 50 cm byl zanedbatelný.

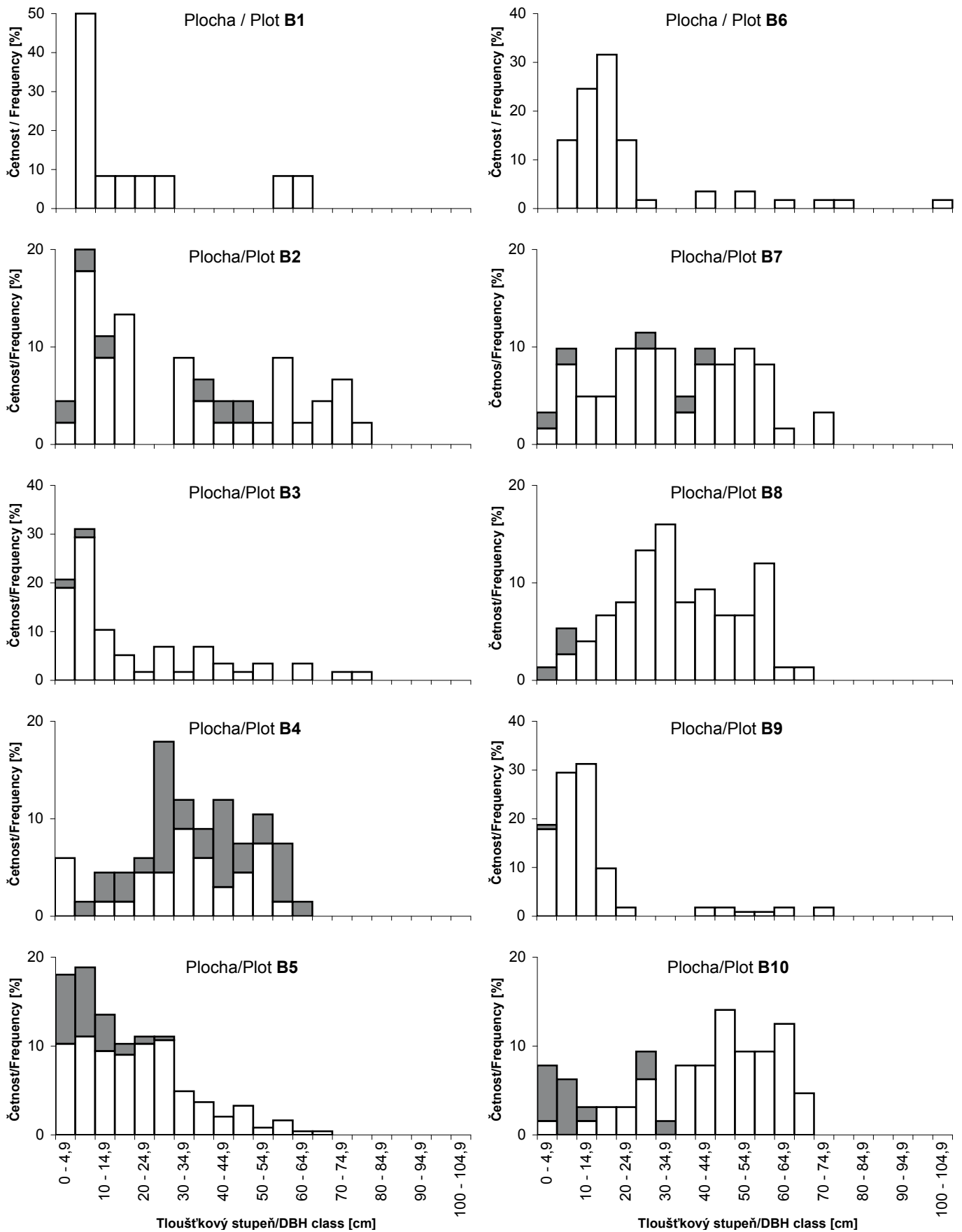
Zastoupení smrku bylo velmi variabilní, nejméně zmlazení (pouhé 4 ks na ha) odrůstalo na ploše B1, naproti tomu maximální množství 1592 ks.ha⁻¹ se nacházelo na ploše B4, více než 1000 jedinců na hektar bylo také nalezeno na ploše B5, na ostatních však jeho hustota nepřekračovala 272 ks.ha⁻¹. Kromě ploch B1, B3 a B7 byla přirozená obnova smrku zastoupena ve všech výškových třídách. Na plochách, kde hustota smrku převyšovala 100 ks.ha⁻¹ byl nejvíce zastoupen nálet do 20 cm včetně, který se na celkovém množství obnovy podílel více než 40 %. Téměř 70 % celkové obnovy připadalo na smrkový nálet do 50 cm výšky, smrkové nárůstů nad touto hranicí pak představovaly více než její čtvrtinu.

Tab. 2.

Porostní charakteristiky na jednotlivých výzkumných plochách v roce 2009; v závorkách jsou uvedeny hodnoty směrodatné odchylky
Stand characteristics on individual research plots in 2009; values in parenthesis are standard deviations

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10
Živé stromy/Living trees										
N [ind.ha ⁻¹]	32	152	184	124	700	180	148	236	408	192
G [m ² .ha ⁻¹]	2.7	20.2	13.7	13.3	38.5	14.9	27.3	34.6	13.5	38.3
V [m ³ .ha ⁻¹]	17.1	142.1	91.4	122.4	288.9	84.8	219.1	295.1	76.3	321.2
d [cm]	19.8 (18.9)	32.6 (24.5)	19.9 (19.8)	32.3 (15.9)	20.9 (14.4)	22.0 (18.8)	35.1 (18.1)	36.3 (14.7)	13.6 (14.3)	46.0 (15.3)
d _{max} [cm]	60.2	75.0	77.5	55.6	68.0	100.4	74.6	69.9	70.3	68.6
h [m]	7.9 (5.6)	12.0 (7.0)	8.2 (6.4)	17.9 (7.7)	11.6 (6.6)	8.8 (3.9)	16.2 (6.3)	18.7 (4.7)	6.6 (4.2)	19.7 (4.5)
h _{max} [m]	19.6	21.4	23.7	28.3	24.0	21.2	23.7	25.8	19.5	24.7
h:d [m.m ⁻¹]	46.5	48.0	54.1	62.3	62.3	48.1	50.8	55.9	76.2	46.2
CP [m ²]	13.7 (13.7)	26.0 (23.2)	14.2 (19.8)	13.9 (10.3)	8.7 (7.3)	15.9 (15.4)	23.4 (17.7)	21.2 (13.8)	10.1 (14.6)	33.8 (16.7)
CP _{max} [m ²]	40.7	79.2	77.7	45.2	40.9	69.9	67.8	60.5	87.7	71.8
hlcb [m]	0.2 (0.1)	0.8 (0.9)	0.5 (0.4)	3.8 (3.3)	2.3 (2.3)	0.3 (0.1)	1.8 (1.3)	2.8 (2.9)	0.6 (0.3)	2.2 (1.8)
PCC [%]	4	30	25	15	54	20	28	43	34	56
Souše/Snags										
N [ind.ha ⁻¹]	0	24	8	136	212	0	20	12	4	28
G [m ² .ha ⁻¹]	-	1.8	0.0	15.8	1.7	-	1.2	0.0	0.0	1.0
V [m ³ .ha ⁻¹]	-	7.7	0.0	93.2	5.5	-	6.3	0.1	0.0	3.8
d [cm]	-	24.6 (18.1)	3.2 (3.5)	35.6 (14.8)	8.1 (6.0)	-	23.0 (17.5)	6.3 (2.7)	1.0 (0.0)	12.0 (11.2)
d _{max} [cm]	-	45.7	5.6	61.2	29.2	-	41.7	8.9	1.0	34.3
h _{max} [m]	-	15.0	1.4	25.1	14.9	-	14.3	5.6	1.5	14.3
Ležící odumřelé dřevy/Lying deadwood										
N [ind.ha ⁻¹]	0	60	0	312	108	0	84	4	0	20
V [m ³ .ha ⁻¹]	-	11.0	0.0	135.6	7.1	-	39.3	0.9	-	17.2
A [m ² .ha ⁻¹]	-	55.5	0.0	519.4	43.9	-	140.9	4.7	-	46.8

N – počet/number; G – výčetní kruhová základna/basal area; V – zásoba/volume; d, d_{max} – střední a maximální výčetní tloušťka/mean and maximum diameter at breast height; h, h_{max} – střední a maximální výška stromů/mean and maximum tree height; h:d – střední štíhlostní kvocient/mean slenderness ratio; cp, cp_{max} – střední a maximální plocha korunové projekce/mean and maximum crown projection area; hlcb – střední výška nasazení živé koruny/mean height of living crown base; PCC – zápoj/percentage canopy cover; A – plocha povrchu půdy pokrytého ležícím odumřelým dřevem/area of ground surface under lying deadwood

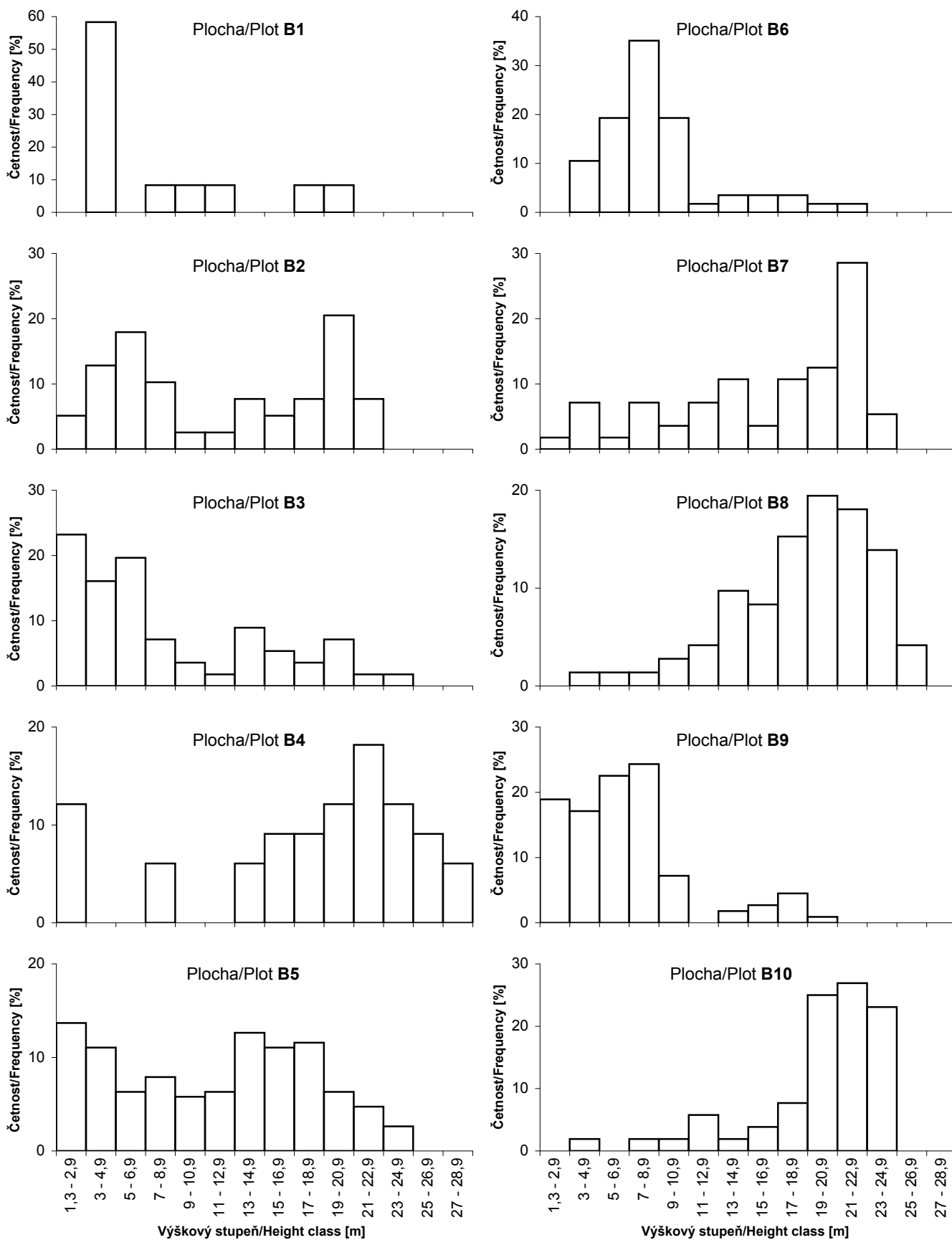


Obr. 2.

Rozdělení četností tloušťkových stupňů na jednotlivých výzkumných plochách v roce 2009; bílá barva označuje živé stromy, šedá barva znázorňuje souše

Fig. 2.

DBH class distribution in 2009; white color denotes living trees, grey color denotes snags



Obr. 3.
 Rozdělení výškových stupňů živých stromů na výzkumných plochách v roce 2009
Fig. 3.
 Height class distribution of living trees within individual research plots in 2009

Výskyt smrkového zmlazení podle typů mikrostanovišť jednotlivých plochách je uveden v tab. 4. Obnova se minimálně nacházela na vývratech a pahýlech (shodně 0,6% z celkového množství), téměř stejně zastoupené zhruba jednou desetinou všech jedinců byly kategorie hrabanka a pata stromu. Polovina náletů a nárůstů smrku odrůstala na ležících rozkládajících se kmenech, zbývajících přibližně 30% re-

prezentovali jedinci zařazení do souborné kategorie „vegetace“. Ta se dále členila na porost *Vaccinium myrtillus*, mechorosty a traviny. V těchto podkategoriích bylo zastoupení přirozené obnovy na jednotlivých plochách relativně vyrovnané kromě plochy B5, kde dominovala obnova odrůstající v porostu *V. myrtillus* a v mechorostech, jak je patrné z tab. 5.

Tab. 3.

Hustota přirozené obnovy [$\text{ks}\cdot\text{ha}^{-1}$] smrku ztepilého (SM) a jeřábu ptačího (JR) na jednotlivých výzkumných plochách podle výškových tříd v roce 2009; hodnoty v závorkách představují podíl z celkového množství [%]

Density of natural regeneration [$\text{ind}\cdot\text{ha}^{-1}$] of Norway spruce (SM) and mountain ash (JR) on individual research plots in 2009; value in parenthesis is proportion [%] of the total amount

Plocha/ Plot	Druh/ Species	Výškový stupeň/Height class [cm]				Σ	Σ SM+JR
		0–10	10,1–20	20,1–50	50,1–130		
B1	SM	0	0	0	4	4	4
B2	SM	44	44	8	20	116	164
	JR	28	8	12	0	48	
B3	SM	0	0	4	36	40	44
	JR	0	0	0	4	4	
B4	SM	212	420	640	320	1592	1596
	JR	0	0	4	0	4	
B5	SM	260	208	200	404	1072	1072
B6	SM	4	12	60	24	100	112
	JR	0	0	8	4	12	
B7	SM	0	0	4	8	12	20
	JR	8	0	0	0	8	
B8	SM	20	32	4	48	104	136
	JR	12	8	12	0	32	
B9	SM	4	16	16	44	80	108
	JR	4	8	8	8	28	
B10	SM	184	36	20	32	272	280
	JR	4	0	0	4	8	
Σ	SM	728 (20,6)	768 (21,7)	956 (27,0)	940 (26,6)	3392 (95,9)	
	JR	56 (1,6)	24 (0,7)	44 (1,2)	20 (0,6)	144 (4,1)	
Σ	SM+JR	784 (22,2)	792 (22,4)	1000 (28,3)	960 (27,1)	3536 (100)	

Tab. 4.

Četnost výskytu přirozené obnovy smrku ztepilého [$\text{ks}\cdot\text{ha}^{-1}$] na výzkumných plochách na jednotlivých mikrostanovištích
Natural regeneration occurrence of Norway spruce [$\text{ind}\cdot\text{ha}^{-1}$] on research plots according to individual microsities

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	Σ
Hrabanka/Litter	0	4	0	40	132	32	4	0	0	120	332
Ležící kmen/Fallen trunk	0	44	0	1256	276	4	8	56	0	48	1692
Pahýl/Stub	0	4	4	8	0	0	0	4	0	0	20
Pata stromu/Tree foot	0	12	0	248	48	4	0	0	0	60	372
Vývrát/Windthrow	0	0	0	12	8	0	0	0	0	0	20
Vegetace/Vegetation	4	52	36	28	608	60	0	44	80	44	956
Σ	4	116	40	1592	1072	100	12	104	80	272	3392

Tab. 5.

Četnost výskytu přirozené obnovy smrku ztepilého [$\text{ks}\cdot\text{ha}^{-1}$] rostoucí na mikrostanovišti vegetace
Natural regeneration occurrence of Norway spruce [$\text{ind}\cdot\text{ha}^{-1}$] growing at microsite vegetation

	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7	B8	B9	B10	Σ
<i>Vaccinium myrtillus</i>	0	8	16	0	356	16	0	28	24	28	476
Mechorosty/Mosses	0	16	0	8	252	4	0	16	0	4	300
Traviny/Grasses	4	28	20	20	0	40	0	0	56	12	180
Σ	4	52	36	28	608	60	0	44	80	44	956

DISKUSE

Přestože se všechny výzkumné plochy nacházely na území, které bylo na porostní mapě LHP platného od roku 1959 zobrazeno jako oblast určená k zalesnění, byla jejich struktura odlišná a obecně by se dala klasifikovat do třech základních typů. Nej hustější porosty na území kamerálního lesa Roklan se vyskytovaly na podmáčených plochách B4 a B5. Právě kvůli vysoké hladině podzemní vody a méně únosnému terénu nebyla tato oblast patrně vhodná pro pastvu dobytka a po vytěžení původních lesů zřejmě nedocházelo k dalšímu narušení, takže zde mohly vzniknout relativně zapojené porosty, hustotou srovnatelné s jinými horskými smrččinami nejen na Šumavě (SVOBODA, POUSTKA 2008; VACEK et al. 2008; SVOBODA et al. 2010; ČADA, SVOBODA 2011), ale i v rámci střední Evropy (KORPEL 1989; VACEK 1990; HOLEKSA et al. 2007). Díky vyšší hustotě přesáhl zápoj na ploše B5 50% a podobných hodnot dosahoval patrně i na ploše B4 před odumřením větší části porostu vlivem žíru lýkožrouta smrkového, jak je možno vidět na leteckých snímcích z roku 1998. Kromě počtu souší, který zde nyní převyšoval množství živých stromů a jejich tloušťkové struktury značící, že šlo o jedince hlavní porostní úrovně, tomu napovídá také množství ležícího odumřelého dřeva, které bylo ze všech ploch nejvyšší. Od zbylých ploch na území kamerálního lesa se odlišovaly i tloušťkovou strukturou díky vysokému podílu jedinců s výčetní tloušťkou mezi 15 a 45 cm a s tím související vyšší kruhovou výčetní základnou i zásobou. Řádově odlišné bylo i množství přirozené obnovy, která zde byla relativně hojně zastoupena ve všech výškových kategoriích a pohybovala se v rozsahu uváděném i dalšími autory pro přirozenou smrčiny (ZATLOUKAL et al. 2001; ULBRICHOVÁ et al. 2006; HEURICH 2009; ČÍŽKOVÁ et al. 2011; ŠTÍCHA et al. 2013). Značný podíl obnovy byl vázán na odumřelé ležící dřevo, které na ploše B4 pokrývalo 5% rozlohy výzkumné plochy a v případě plochy B5 pouze 0,5%. K obdobným zjištěním došla celá řada dalších studií ve smrččinách (JONÁŠOVÁ, PRACH 2004; VORČÁK et al. 2006; ZIELONKA 2006; SVOBODA, POUSTKA 2008; SVOBODA et al. 2010; ČÍŽKOVÁ et al. 2011).

Zbývající plochy v centrální části zájmového území (B1–B3) a dále plochy B6 a B9 měly poněkud rozdílný charakter, který je typický pro Židovský les. Jedná se o území s odlišnými ekologickými podmínkami ve vrcholové části Medvědí hory. Můžeme zde počítat nejen s nízkými teplotami vzduchu, odpovídajícími nadmořské výšce, ale též s přítomností takzvaného vrcholového fenoménu, který zvyšuje extremitu stanoviště. Rovněž půdy jsou zde ve srovnání s okolními lokalitami mělké a vysychavé. Pro uvedené plochy je charakteristická nízká úroveň korunového zápoje, vyšší zastoupení jedinců menších dimenzí a s tím související nízké hodnoty taxačních ukazatelů, jako je výčetní kruhová základna nebo zásoba. Díky dostatku růstového prostoru zde však jednotlivé solitéry dosahovaly maximálních velikostí korunových projekcí, výčetních tloušťek a délky korun, průměrná výška nasazení živé koruny se pohybovala do 0,8 m. Souše se vyskytovaly pouze na plochách B2 a B9. Obecně mají porosty na uvedených plochách otevřený charakter s vícevrstevnou strukturou, tvořenou v horní etáži mohutnými solitérami s hustotou pohybující se v desítkách kusů na hektar a řádově četnější dolní vrstvou. Podobnou strukturu popsali v oblasti Alp na lokalitách dříve užívaných k pastvě dobytka např. MOTTA et al. (1999) nebo BEBI et al. (2001). Vzhledem k údajům získaným z lesní hospodářské evidence je však pravděpodobné, že určitá část jedinců dolní etáže na ploše B9 a zřejmě i na části plochy B6 pochází z umělé obnovy, což je patrné z náhlého zvýšení korunového zápoje v těchto místech při porovnání leteckých snímků z let 1998 a 2011. Doplnění porostů na plochách B6 a B9 výsadbou se projevuje nenormalitou až bimodálním rozdělením stromů ve výškových a tloušťkových stupních (obr. 2, 3). Na ostatních plochách k výsadbě buď nedošlo, nebo se pravděpodobně nedochoválo. Stav přirozené obnovy ve vrcholové části lokality byl relativně nízký, pravděpodobnou příčinou by mohla být kombinace několika faktorů. Jednak je to absence odumřelého dřeva (kromě plochy B2), menší počet plodících stromů, dále nepříznivé klimatické podmínky (působení vrcholového fenoménu) a také silná

konkurence přízemní vegetace, tvořené *Vaccinium myrtillus* a travinami, které řada studií hodnotí jako nevhodné mikrostanoviště pro zmlazení (JONÁŠOVÁ, PRACH 2004; ULBRICHOVÁ et al. 2006; HOLEKSA et al. 2007; ZENÁHLÍKOVÁ et al. 2011).

Pro plochy B7, B8 a B10 je na rozdíl od předešlých charakteristické vysoké zastoupení vyspělých jedinců, které je dobře patrné z tloušťkového a především výškového polygonu četností s výraznou pravostrannou asymetrií. Živé stromy zde dosahují největších průměrných tloušťek i výšek a tomu odpovídajících hodnot výčetní kruhové základny a zásoby, které převyšují hodnoty v porostech na ostatních plochách (kromě ploch B4 a B5). Vyšší je také průměrná výška nasazení živé koruny a plocha cloněná korunovými projekcemi (s výjimkou plochy B7, kde proběhla těžba stromů napadených lýkožroutem smrkovým). Souše jsou zastoupeny relativně málo a v nižších tloušťkových stupních, což by mohlo indikovat autoredukci porostu (HOLEKSA et al. 2007; ČADA, SVOBODA 2011). Množství ležícího odumřelého dřeva bylo na ploše B8 zanedbatelné, na plochách B7 a B10 bylo již řádově vyšší. Většina z jeho objemu byla ve formě odkorněných klád, které ovšem nejsou pro přirozenou obnovu tak vhodné, jako klády ponechané v kůře (ČÍŽKOVÁ et al. 2011). Tento fakt se patrně odrazil i v množství přirozené obnovy, které je na ploše B7 velmi nízké a na plochách B8 a B10 řádově menší než na plochách B4 a B5, přestože bylinné patro je zde tvořeno především *Vaccinium myrtillus*, druhem, který není pro zmlazení tak nepříznivý jako traviny.

Celkově lze shrnout, že rozdíly mezi plochami ve struktuře stromového patra odpovídají rozdílu ve struktuře bylinné vegetace, která je vyjádřena klasifikační příslušností rostlinných společenstev (tab. 1; BEDNÁŘÍK, MATĚJKA 2011). Zvláště struktura stromového patra i vegetace na plochách ve vrcholové části kolem kóty Medvědí hory se výrazně odlišují od struktury jiných smrkových společenstev Šumavy, a to včetně ploch po rozpadu stromového patra (KINDLMANN et al. 2012).

Je zřejmé, že oblast Židovského lesa představuje různorodé smrkové porosty, které se nejen vyvíjejí v různých environmentálních podmínkách, ale mají i různou historii vzniku. Rovněž management se v různých částech území lišil. Zatímco na většině území podsadby buď chyběly, nebo byly málo úspěšné, zejména plocha B9 ukazuje porosty, kde se jedinci pocházející z umělé obnovy (podsadeb) uplatňují významně. Vzhledem k nedostupnosti přesně vedené dokumentace managementu však lze v tomto směru vycházet pouze z analýzy struktury porostů.

ZÁVĚR

Výsledky analýzy struktury porostů Židovského lesa vykazují značnou variabilitu ve sledovaných charakteristikách, jak v případě vrstvy stromů, tak i v množství a struktuře odumřelého tlejícího dřeva a přirozené obnovy. Přesto lze popsat tři základní typy struktury. První reprezentují vícevrstevné porosty v oblasti vrcholu Medvědí hory s nižší denzitou a otevřeným zápojem, jejichž tloušťková a výšková struktura nabývá tvaru obráceného písmene J. Je pravděpodobné, že na vyšším podílu stromů menších dimenzí se podílejí i jedinci z umělé obnovy. Na rozdíl od jiných lesů v bezzásohové režimu managementu zde odumřelé ležící dřevo buď zcela chybí, nebo se vyskytuje pouze v malém množství, podobně jako přirozená obnova. Porosty od vrcholu více vzdálené na podmáčených stanovištích nabývají charakteru zapojených lesů s vyšší hustotou stromového patra, přirozené obnovy i odumřelého dřeva. Na jejich tloušťkové struktuře se podílí především jedinci slabších a středních dimenzí. Pro třetí typ porostní struktury, vyskytující se dále od vrcholu na nepodmáčených stanovištích, je na rozdíl od předešlých charakteristické jednak vysoké zastoupení vyspělých jedinců, projevující se výraznou pravostrannou asymetrií tloušťkového a především výškového polygonu četností, a jednak nízká hustota přirozené obnovy.

Přestože jsou některé prvky struktury porostů na plochách nejvíce vzdálených vrcholu Medvědí hory srovnatelné s jinými porosty v bez-

zásahových územích, celkově se spíše odlišují, a to zejména nízkou hustotou, absencí nebo nedostatkem odumřelého tlejícího dřeva a s tím souvisejícím nízkým stavem přirozené obnovy. Typická struktura porostů Židovského lesa pravděpodobně vznikla synergickým působením drsných přírodních podmínek, těžby, pastvy dobytka, nedostatkem tlejícího dřeva, způsobeným jeho vyklizením, a na části plochy v pozdější době také umělou výsadbou i asanací kůrovcem napadených stromů. Kombinace těchto faktorů je natolik ojedinělá, že je velmi nepravděpodobné, aby v oblastech ponechaných bez lidské intervence mohlo dojít k souhře všech uvedených činitelů, a tím i ke vzniku srovnatelných porostů. Zvláště plochy ponechané samovolnému vývoji po rozpadu stromového patra vlivem žíru lýkožrouta smrkového (např. KINDLMANN et al. 2012) nelze s porosty v území Židovského lesa srovnávat, a to ani ve smyslu jejich struktury, ani jejich dynamikou.

Poděkování:

Příspěvek vznikl díky finanční podpoře IGA FLD „Sekundární sukcese smrku ztepilého (*Picea abies* L.) v oblasti Medvědí hory (NP Šumava)“ a grantu MŠMT 2B06012 „Management biodiversity v Krkonoších a na Šumavě“. Autoři děkují Správě NP a CHKO Šumava za poskytnutí dat a umožnění výzkumu. Velký dík patří také B. Kučeravé a J. Zenáhlíkové za pomoc při sběru dat a dále recenzentům za podnětné připomínky.

LITERATURA

- ACHS K. 1969. Roklanský les. Zpravodaj CHKO Šumava, 10: 32–36.
- ANDĚL J. 1985. Matematická statistika. Praha, SNTL/Alfa: 346 s.
- BABŮREK J., PERTOLDOVÁ J., VERNER K., JIŘIČKA J. 2006. Průvodce geologií Šumavy. Vimperk, Správa NP a CHKO Šumava a ČGS: 118 s.
- BAČE R., JANDA P., SVOBODA M. 2009. Vliv mikrostanoviště a horního stromového patra na stav přirozené obnovy v horském smrkovém lese na Trojmezí. *Silva Gabreta*, 15: 67–84.
- BEBI P., KIENAST F., SCHÖNENBERGER W. 2001. Assessing structures in mountain forest as a basis for investigating the forests' dynamics and protective function. *Forest Ecology and Management*, 145: 3–14.
- BEDNAŘÍK J., MATĚJKA K. 2011. Ekosystémy vzniklé sekundární sukcesí *Picea abies* v oblasti Medvědí hory (Šumava). [online]. [cit. 26. června 2013]. Dostupné na World Wide Web: <http://www.infodatasys.cz/biodivkrsu/RoklLes2009.pdf>.
- ČADA V., SVOBODA M. 2011. Structure and origin of mountain Norway spruce in the Bohemian Forest. *Journal of Forest Science*, 57: 523–535.
- ČERNÝ D. 2010. Historie kamerálního lesa Roklan. *Lesnická práce*, 89: 20–21.
- ČERNÝ D., KUBÍKOVÁ A., PALECZEK R., FENCL P. 2010. Historie lesů z okolí Srní a Prášíl. Sborníky z výzkumu na Šumavě, sešit 3. Vimperk, Správa NP a CHKO Šumava: 176 s.
- ČÍŽKOVÁ P., SVOBODA M., KŘENOVÁ Z. 2011. Natural regeneration of acidophilous spruce mountain forests in non-intervention management areas of the Šumava National Park – the first results of the Biomonitoring project. *Silva Gabreta*, 17: 19–35.
- FRAVER S., JONSSON B. G., JÖNSSON M., ESSEEN P.-A. 2008. Demographics and disturbance history of a boreal old-growth *Picea abies* forest. *Journal of Vegetation Science*, 19: 789–798.
- HEURICH M. 2009. Progress of forest regeneration after a large-scale *Ips typographus* outbreak in the subalpine *Picea abies* forests of the Bavarian Forest National Park. *Silva Gabreta*, 15: 49–66.
- HOFGAARD A. 1993. Structure and regeneration patterns in a virgin *Picea abies* forest in northern Sweden. *Journal of Vegetation Science*, 4: 601–608.
- HOLEKSA J., SANIGA M., SZWAGRZYK J., DZIEDZIC T., FERENC S., WODKA M. 2007. Altitudinal variability of stand structure and regeneration in the subalpine spruce forests of the Poľana biosphere reserve, Central Slovakia. *European Journal of Forest Research*, 126: 303–313.
- JANDA P., BAČE R., SVOBODA M., STARÝ M. 2010. Věková a prostorová struktura horského smrkového lesa v I. zóně „Trojmezí“ v NP Šumava. *Silva Gabreta*, 16: 43–59.
- JONÁŠOVÁ M., PRACH K. 2004. Central-European mountain spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) forests: regeneration of tree species after a bark beetle outbreak. *Ecological Engineering*, 23: 15–27.
- KINDLMANN P., MATĚJKA K., DOLEŽAL P. 2012. Lesy Šumavy, lýkožrout a ochrana přírody. Praha, Karolinum: 326 s.
- KLEČKA A. 1930. Studie o smilkových porostech na pastvinách šumavských. Sborník Československé akademie zemědělské, 5: 101–138.
- KORPEL Š. 1989. Pralesy Slovenska. Bratislava, Veda: 328 s.
- KOZÁK J. et al. 2009. Atlas půd České republiky. Praha, MZe ČR ve spolupráci s ČZU: 149 s.
- KUCBEL S., VENCURIK J., JALOVIAK P., KURIŠ P. 2008. Analýza štruktúry vo vysokohorskom ochrannom lese Nízkých Tatier. *Acta Facultatis Forestalis Zvolen – Slovakia*, 2: 57–65.
- KUPFERSCHMID A. D., BUGMANN H. 2005. Effect of microsites, logs and ungulate browsing on *Picea abies* regeneration in a mountain forest. *Forest Ecology and Management*, 205: 251–265.
- MARTAN P. 2009. Šumava – krajina životelka: lesy Šumavy: krutá daň demokracie 1989–2009. Čkyně, Komunita pro duchovní rozvoj – obecně prospěšná společnost v nakl. Fortuna Praha: 111 s.
- MARTAN P. 2011. Suchá opona Šumavy: přeměna krajiny, která se neměla stát: 1991–2011. Čkyně, Komunita pro duchovní rozvoj: 128 s.
- MÍCHAL I. 1983. Dynamika přírodního lesa I–VI. *Živa*, 31 (1–6): 8–13, 48–53, 85–88, 128–133, 163–168, 233–238.
- MOTTA R., NOLA P., PIUSSI P. 1999. Structure and stand development in three subalpine Norway spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) stands in Panaveggio (Trento, Italy). *Global Ecology and Biogeography*, 8: 455–471.
- MOTTA R., NOLA P., PIUSSI P. 2002. Long-term investigations in a strict forest reserve in the eastern Italian Alps: spatio-temporal origin and development in two multi-layered subalpine stands. *Journal of Ecology*, 90: 495–507.
- NEUHÄUSLOVÁ Z., MORAVEC J. 1998. Mapa potenciální přirozené vegetace České republiky. Praha, Academia: 1 mapa.
- PETRÁŠ R., PAJTÍK J. 1991. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek dřevín. *Lesnícky časopis*, 37 (1): 49–56.
- PLÍVA K., ŽLÁBEK I. 1986. Přírodní lesní oblasti ČSR. Praha, SZN: 313 s.
- SVOBODA M., POUSTKA V. 2008. Structure of a Central-European mountain spruce old-growth forest with respect to historical development. *Forest Ecology and Management*, 255: 2177–2188.
- SVOBODA M., ZENÁHLÍKOVÁ J. 2009. Historický vývoj a současný stav lesa v NP Šumava kolem „Kalamitní sváznice“ v oblasti Trojmezí. *Příroda*, Praha, 28: 71–122.
- SVOBODA M., FRAVER S., JANDA P., BAČE R., ZENÁHLÍKOVÁ J. 2010. Natural development and regeneration of a Central European montane spruce forest. *Forest Ecology and Management*, 260: 707–714.

- ŠTÍCHA V., MATĚJKA K., BÍLEK L., MALÍK K., VACEK S. 2013. Obnova smrkového lesa po gradaci lýkožrouta v Národním parku Šumava. Zprávy lesnického výzkumu, 58: 131–137.
- TOLASZ R. et al. 2007. Atlas podnebí Česka. Praha, ČHMÚ; Olomouc, UPOL: 255 s.
- ULBRICHOVÁ I., REMEŠ J., ZAHRADNÍK D. 2006. Development of the spruce natural regeneration on mountain sites in the Šumava Mts. Journal of Forest Science, 52: 446–456.
- VACEK S. 1990. Analýza autochtonních smrkových populací na Strmé stráni v Krkonoších. Opera Corcontica, 27: 59–103.
- VACEK S. et al. 2008. Lesní ekosystémy v Národním parku Šumava. Kostelec n. Č. L., Lesnická práce: 512 s.
- VÍCENA I. 2011. Bezzásahový les na Šumavě na příkladu Židovského lesa. Vznik, historie, budoucnost a poučení. Praha, Fortuna: 56 s.
- VORČÁK J., MERGANIČ J., SANIGA M. 2006. Structural diversity change and regeneration processes of the Norway spruce natural forest in Babia hora NNR in relation to altitude. Journal of Forest Science, 52: 399–409.
- ZATLOUKAL V., KADERA J., ČERNÁ J., PŘÍLEPKOVÁ S. 2001. Předběžné vyhodnocení stavu a vývoje přirozené obnovy v NP Šumava v prostoru Mokřůvka – Špičník – Březnická hájenka. In: Mánek J.(ed.): Aktuality šumavského výzkumu. Sborník z konference. Srní, 2.–4. dubna 2001. Vimperk, Správa NP a CHKO Šumava: 110–115.
- ZENÁHLÍKOVÁ J., SVOBODA M., WILD J. 2011. Stav a vývoj přirozené obnovy před a jeden rok po odumření stromového patra v horském smrkovém lese na Trojmezí v Národním parku Šumava. Silva Gabreta, 17: 37–54.
- ZIELONKA T. 2006. When does dead wood turn into a substrate for spruce replacement? Journal of Vegetation Science, 17: 739–746.

STRUCTURE OF *PICEA ABIES* (L.) KARST. STANDS AFFECTED BY ANTHROPOGENIC DISTURBANCES IN THE MEDVĚDÍ HORA AREA (ŠUMAVA NATIONAL PARK), CZECH REPUBLIC

SUMMARY

The so-called Jewish Forest (Židovský les, also known as Kameral Forest Roklan) represents one of the phenomenons in the Šumava National Park (Czech Republic). Forest stands in the western part of the locality were clear cut in the middle of the 19th century; no reforestation followed. The locality was affected by the cattle grazing and blueberry picking. After an unknown disturbance occurred probably at the end of the 1920s, the forest ecosystem began to restore. The most opened tree stands were underplanted in the 1970s. The single trees were cut down after the bark beetle outbreak at the end of the 1990s. Besides the interventions mentioned, however, the area has remained relatively untouched since World War II. As a result, some authors compare the Jewish forest with the non-intervention forest management areas after the bark beetle outbreak.

The aim of this study was to analyze the stand structure of the Jewish forest to assess its resemblance to forest stands in non-intervention management areas.

Medvědí hora Mt. is located in the western part of the Šumava National Park, close to the range of Rachel. The plant associations *Calamagrostio villosae-Piceetum*, *Mastigobryo-Piceetum* and *Sphagno-Piceetum* represent its potential vegetation (NEUHÄUSLOVÁ, MORAVEC 1998). For the purposes of this study, 10 square research plots (50 m × 50 m) in total were established in the central part of the research area (Fig. 1). Data were collected by the Field-Map technology (www.fieldmap.cz) and saved in 3 layers: trees (height ≥ 1,3 m), natural regeneration (height < 1,3m) and lying deadwood.

The results of the stand structure analysis exhibit considerable variability in the observed characteristics. The density of living trees (Tab. 2) varied between 32 and 700 individuals per ha. Lower density was recorded around the summit of Medvědí hora Mt. The DBH and height class distribution have the shape of a negative exponential curve in this locality (Fig. 2 and 3). The higher proportion of smaller trees probably refers to the individuals of the artificial regeneration. Trees growing in open-canopy forests are larger, their maximum DBH is between 60 and 100 cm, the height of the living crown base is lying lower than 1 m, and the maximum crown projection areas are greater than 70 m² (Tab. 2). The stands located further away from the summit are denser and similar to the forests with a closed canopy. In most cases, their DBH and height class have unimodal distribution (Fig. 2 and 3). The volume of lying coarse deadwood on the research plots varied between 0–135.6 m³ (Tab. 2); in most cases, however, the amount of deadwood did not exceed 20 m³. The species composition of the natural regeneration is 96% *Picea abies* and 4% *Sorbus aucuparia*. The density of tree-species regeneration varies in the interval 4–1596 ind.ha⁻¹. The seedlings and saplings are distributed relatively evenly in all height classes (Tab. 3). Frequently, the regeneration was found on lying deadwood (Tab. 4), and in blueberry patches (Tab. 5).

The observed variability in the structure of the forest stands on Medvědí hora Mt. is probably caused by the different intensity of human activities in combination with other factors such as climate and soil conditions. Generally, the ecosystems of the Jewish Forest differ from post-disturbance forests in non-intervention areas in low density of trees, absence or lack of deadwood, and the associated low density of natural regeneration. Furthermore, the typical structure of the stand of the Jewish Forest is probably conditioned by the combination of several management practices: clear cutting, livestock grazing, lack of deadwood, and both artificial planting and sanitation of bark beetle attacked trees. This approach results in a specific type of influence that cannot be repeated in non-intervention management areas. In particular, areas left to spontaneous development after the collapse of the tree layer due to bark beetle attack cannot be compared with the Jewish forest either in terms of their structure or their dynamics.