

TYPIZÁCIA PORASTOVÝCH ŠTRUKTÚR A ANALÝZA STAVU PRIRODZENEJ OBNOVY ZMIEŠANÉHO LESA V NÁRODNEJ PRÍRODNEJ REZERVÁCII MLÁČIK

TYPES OF FOREST STAND STRUCTURES AND ANALYSIS OF NATURAL REGENERATION IN MIXED FOREST OF NATIONAL NATURE RESERVE MLÁČIK (CENTRAL SLOVAKIA)

JAROSLAV VENCURIK - STANISLAV KUCBEL - PETER JALOVIAK

Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, Zvolen

ABSTRACT

We performed the classification and quantification of forest stand structures and analysis of state and damage of natural regeneration in a mixed fir-beech forest that was left to the natural development after the cessation of management in 1982. In National Nature Reserve Mláčik, twenty circular research plots (500 m²) were established in 2009. In the research plots, the basic dendrometric characteristics for all living trees of the height >1.3 m, standing and downed deadwood were measured and natural regeneration (individuals with the height 0.2–1.3 m) were registered. Using the non-hierarchical cluster analysis, six types of forest stand structures were distinguished. Thirty years after the last silvicultural intervention, homogenous structures (homogenous sparse structure, homogenous structure with high volume, and homogenous structure with medium volume) still formed 60% of the stand area. On the remained 40% of the stand, more or less differentiated structures (two-layered structure without lower layer, two-layered structure with upper and lower layer, and differentiated structure with high stem density) were present that confirmed the successive and spontaneous age, diameter and height differentiation. Various stand structures influenced to the large extend also the density and tree species representation of the natural regeneration.

Kľúčové slová: prírodný les, typizácia porastových štruktúr, prirodzená obnova, poškodenie

Key words: natural forest, classification of forest stands structures, natural regeneration, damage

ÚVOD

Prírodné lesy (pralesy) sú kľúčovými objektmi štúdia moderného lesníctva, ekológie a ochrany prírody (EMBOG et al. 2000; DORREN et al. 2004; ROUVINEN, KUULUVAINEN 2005). Podľa LEIBUNDGUTA (1993) je prales lesné spoločenstvo, ktorého zloženie, výstavba, rastové a ostatné životné procesy sú podmienené vlastnosťami prostredia, predovšetkým klímy. Je to les ekologicky ustálený, s trvalými dynamicky vyrovnanými vzťahmi medzi klímou, pôdou organizmami a uchránený pred takými vplyvmi človeka, ktoré by zmenili zákonitosti priebehu životných procesov a štruktúru porastových útvarov v určitej oblasti. V užšom chápaní predstavuje prales vrcholný (klimaxový) les (MAYER 1976; KORPEL 1995).

Väčšina doterajších štúdií pralesovitých lesných spoločenstiev poukazuje na maloplošnú mozaiku rôznych vývojových fáz s rozdielnou dĺžkou trvania a stupňom vývoja (LEIBUNDGUT 1993; COMMARMOT et al. 2005; KRÁL et al. 2010a,b). Prírodné lesy jedľovo-bukového lesného vegetačného stupňa sa vzhľadom na rozdielnu životnosť základných drevín (jedľa, buk, smrek) vyznačujú zložitou vývojových procesov. V jednom vývojovom cykle (350 – 400 rokov) sa počas jednej generácie jedle vystriedajú približne dve generácie buka. V dôsledku časovej rozdielnej výmeny generácie drevín sa vo vývojovom cykle výrazne mení aj zastúpenie drevín. Prevláda zväč-

ša dvojvrstvomá výstavba porastov, pričom hornú vrstvu tvorí smrek s jedľou a spodnú buk (KORPEL 1995; SANIGA 1999a,b). Prímes iných drevín (javor, jaseň, brest atď.) v týchto podmienkach ešte viac komplikuje vývojové procesy pralesa (SANIGA, BALANDA 2008; BALANDA 2010; SANIGA et al. 2011). Pri regeneračných procesoch sa spravidla uplatňuje clonná obnova, od nepravidelnej, maloplošnej v hlúčikoch (jedľa, smrek) až po zonálnu (buk pri semennom roku a rýchlym rozpade). Zabezpečený nárast jedle sa najčastejšie objavuje v medzerách s veľkosťou hlúčika. Medzery väčšie ako 500 m² obyčajne zaberá buk (KORPEL 1995). Výskyt porastových medzier rôznej veľkosti je pre jedľovo-bukové pralesy typický (ROZENBERGAR et al. 2007; NAGEL, SVOBODA 2008; KUCBEL et al. 2010). Prírodnú dynamiku spontáneho vývoja jedľovo-bukových pralesov (predovšetkým jedle) môžu vo veľkej miere negatívne ovplyvňovať aj vysoké stavy raticovej zveri (VRŠKA et al. 2009).

Nie všetky prírodné rezervácie tvorené lesnými porastmi majú charakter pralesa. Uplatňovanie najvyššieho stupňa ochrany v týchto objektoch však zabezpečuje možnosť dlhodobého sledovania dynamických zmien prirodzene sa vyvíjajúcich lesných spoločenstiev (GUBKA 2005). Ekologické zmeny vyvolané vplyvom predchádzajúceho hospodárenia, resp. disturbancií, sa môžu na štruktúre ekosystému prejavovať v rôznej miere aj niekoľko desaťročí (BRADSHAW et al. 2005; WOLF 2005).

Cieľom príspevku bolo posúdenie a objektívne popísanie porastovej štruktúry a analýza prirodzenej obnovy v zmiešanom jedľovo-bukovom lese v národnej prírodnej rezervácii Mláčik, ponechanom od roku 1982 na prirodzený vývoj. V nadväznosti na cieľ práce sme sa zamerali predovšetkým na: (1) kvantifikáciu hodnôt základných porastových veličín a ich variabilitu; (2) typizáciu porastových štruktúr a ich zastúpenie na ploche porastu; (3) analýzu stavu a poškodenia prirodzenej obnovy.

MATERIÁL A METODIKA

Charakteristika výskumného objektu

Národná prírodná rezervácia (ďalej len NPR) Mláčik sa nachádza v centrálnej časti Kremnických vrchov (48°39'S, 19°01'V) na strednom Slovensku. Rezervácia je lokalizovaná v hrebeňových partiách pohoria v nadmorskej výške 690 – 960 m n. m., prevažne na juhozápadne exponovaných svahoch. Územie s výmerou 147,2 ha bolo vyhlásené za NPR v roku 1982 za účelom ochrany zachovaných rastlinných a živočíšnych spoločenstiev jedľovo-bukového vegetačného stupňa, s výskytom lesných mokradí s jelšou lepkavou (*Alnus glutinosa* L.) a ďalšími fytoecologicky významnými druhmi rastlín, na vedecko-výskumné a kultúrno-výchovné ciele. Lesné porasty sa tu vyznačujú zachovalosťou drevinového zloženia pôvodných základných fytoecenóz, aj napriek tomu, že boli v minulosti už čiastočne antropicky narušené ťažbou dreva. Klimaticky patrí toto územie do mierne chladnej oblasti C1, do chladného horského klimageografického typu, s priemernou ročnou teplotou 5,0 – 5,5 °C a ročným úhrnom zrážok presahujúcim 1000 mm (ŠKVARENINA et al. 2006). Materskou horninou sú trefohorné andezitové pyroklastické aglomerátové tufy, pôdny typ kambizem andozemná, na miestach trvalého zamokrenia pôdy oglejená (ŠÁLY et al. 1991). Podľa ZLATNÍKOVEJ (1976) fytoecologickej školy patria lesné spoločenstvá NPR Mláčik do skupín lesných typov *Abieto-Fagetum* (najväčšie zastúpenie), *Fagetum typicum*, *Fagetum pauper*, *Fagetum tiliosum*, *Fageto-Aceretum* a *Fraxineto-Aceretum*. Lesné spoločenstvá sú tvorené drevinami buk lesný (*Fagus sylvatica* L.), jedľa biela (*Abies alba* Mill.), jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior* L.), javor horský (*Acer pseudoplatanus* L.), smrek obyčajný (*Picea abies* [L.] Karst.), brest horský (*Ulmus glabra* Huds.), jarabina vtáčia (*Sorbus aucuparia* L.) a jelša lepkavá (*Alnus glutinosa* L.).

Objektom nášho výskumu bol dielec 731 (výmera 12,92 ha, expozícia juhovýchodná, sklon 20 %, skupina lesných typov *Abieto-Fagetum*), ktorý sa nachádza v centrálnej (najzachovalejšej) časti NPR Mláčik. Podľa lesného hospodárskeho plánu (LHP), platného od roku 2003, tvorí porast v dieľci 731 hrubá, skupinovite zmiešaná, nerovnomerne zakmenená kmeňovina s vekom 125 rokov a zakmenením 0,7. Zastúpenie drevín: jedľa biela (40 %), buk lesný (20 %), jaseň štíhly (20 %), smrek obyčajný (10 %), javor horský (5 %) a brest horský (5 %). Bylinný kryt je tvorený prevažne druhmi *Oxalis acetosella* L., *Athyrium filix-femina* (L.) Roth., *Asperula odorata* L., *Impatiens noli-tangere* L., *Petasites albus* (L.) Gaertn., *Rubus idaeus* L., *Dryopteris filix-mas* (L.) Schott.

Metodika merania a vyhodnocovania údajov

V dieľci 731 bolo v roku 2009 založených 20 kruhových výskumných plôch (polomer 12,6 m, plocha 500 m²) v rastri 80 × 80 m. Na každej kruhovej ploche sa merali všetky živé stromy s výškou >1,3 m, odumreté stojace a ležiace stromy a evidovala sa prirodzená obnova (jedince s výškou od 0,2 do 1,3 m). Hraničnými hodnotami pre meranie stojacích odumretých stromov boli hodnoty výšky >1,3 m. Pri živých stromoch sme zisťovali druh dreviny, hrúbku $d_{1,3}$, výšku, výšku nasadenia koruny, polomer koruny v 4 smeroch a polohu stromu

v rámci kruhovej plochy; pri stojacích odumretých stromoch druh dreviny, hrúbku $d_{1,3}$, výšku a polohu stromu. Na ležiacich odumretých stromoch (hrúbka $d_{1/2} > 8$ cm) sa určoval druh dreviny a 3 stupne rozkladu (A, B, C) podľa KORPELA (1989), merala sa dĺžka kmeňa a jeho hrúbka v $d_{1/2}$. Prirodzená obnova sa evidovala podľa jednotlivých druhov drevín v 3 výškových kategóriách: 20 – 50 cm, 51 – 80 cm a 81 – 130 cm.

Vertikálny profil porastu bol rozdelený na základe zistenej hornej výšky $h_{20\%}$ (37,8 m) do 3 pravidelných výškových vrstiev: dolná vrstva (stromy s výškou <1/3 h_{dom}), stredná vrstva (stromy s výškou od 1/3 h_{dom} do 2/3 h_{dom}) a horná vrstva (stromy s výškou >2/3 h_{dom}).

Pre popis štruktúry porastov na jednotlivých kruhových plochách boli okrem základných dendrometrických veličín použité aj štruktúrne indexy – Giniho koeficient, koeficient homogenity. Giniho koeficient (DIXON et al. 1987) vyjadruje stupeň vertikálnej diferencovanosti porastov na kruhových plochách. Jeho hodnota sa pohybuje v intervale 0 (všetky stromy na ploche majú rovnakú výšku – max. rovnomernosť) až 1 (všetky stromy okrem jedného majú nulovú výšku – max. nerovnomernosť). Pre výpočet Giniho koeficienta bol použitý program TSTRAT. Koeficient homogenity (CAMINO 1976) vyjadruje vzťah medzi početnosťou stromov a ich zásobou v hrúbkových stupňoch a využíva sa na určenie stupňa štruktúrnej homogenity porastu. Na zvýraznenie rozdielov vypočítaných hodnôt je koeficient homogenity kvantifikovaný ako prevrátená hodnota Giniho koeficienta, čím je zabezpečená zmena teoretického variačného rozpätia z 0 až 1 na interval 1 až nekonečno.

Na vylíšenie jednotlivých typov štruktúr porastu sa použila nehierarchická zhlukovacia metóda, tzv. metóda k-priemerov (BORTZ 1999). Ako vstupné veličiny pre zhlukovú analýzu boli použité: počet stromov, zásoba porastu, plošný podiel hornej a dolnej vrstvy porastu, Giniho koeficient a koeficient homogenity na jednotlivých kruhových výskumných plochách. Objem stojacích stromov bol vypočítaný pomocou rovníc objemových tabuliek PETRÁŠ, PAJTIK (1991). Rozdiely v poškodení jedincov medzi jednotlivými výškovými kategóriami prirodzenej obnovy boli testované χ^2 testom. Všetky štatistické analýzy boli spracované na PC štatistickým programom STATISTICA 6.0.

VÝSLEDKY A DISKUSIA

Porastové charakteristiky a typy štruktúr

Priemerné hodnoty a variabilitu základných porastových charakteristík živých a odumretých stromov za všetky výskumné plochy v dieľci 731 zobrazuje tab. 1. V skúmanom poraste bol zistený priemerný počet živých stromov 1133 ± 814 ks.ha⁻¹, zásoba $719,6 \pm 257,6$ m³.ha⁻¹ a kruhová základňa $49,3 \pm 14,9$ m².ha⁻¹. Maximálna zistená zásoba na výskumnej ploche bola 1288 m³.ha⁻¹. Uvedené hodnoty základných porastových charakteristík sú porovnateľné s hodnotami zistenými v zmiešaných pralesoch jedľovo-bukového vegetačného stupňa (KORPEL 1995; DIACI et al. 2011). Dominantnou drevinou na výskumných plochách bola jedľa, ktorá sa podieľala 42,9 % na celkovej zásobe živých stromov, ale len 5,8 % na ich počte. Opačný trend bol zistený pri jaseňi a buku, ktorých podiel na zásobe živých stromov predstavoval len 20,3 % resp. 18,6 %, ale až 43,5 %, resp. 37,1 % z ich počtu. Pri ostatných drevinách (smrek, javor, brest, jarabina) nepresiahlo ich zastúpenie zo zásoby, resp. z počtu živých stromov 10 %.

Celková clonená plocha, vyjadrená ako percentuálny podiel výskumnej plochy zaclonenej korunami stromov, sa pohybovala v intervale 55,7 – 94,3 % (v priemere $79,3 \pm 12,3$ %). Podiel plochy zaclonenej stromami dolnej a strednej vrstvy (spolu 19,2 %) je v porovnaní s podielom plochy zaclonenej hornou vrstvou stromov (83,6 %) ešte

Tab. 1.

 Základné porastové charakteristiky živých a odumretých stromov v dielci 731
 Basic stand characteristics of living and dead trees

		Priemer ¹⁾	S _x ²⁾	Min ³⁾	Max ⁴⁾
Živé stromy (výška > 1,3 m)⁵⁾					
Počet stromov ⁶⁾	N.ha ⁻¹	1 133	814	340	3 180
Zásoba ⁷⁾	m ³ .ha ⁻¹	719,6	257,6	388,0	1 288,2
Kruhovú základňu ⁸⁾	m ² .ha ⁻¹	49,3	14,9	28,7	83,0
Clonená plocha celkom ⁹⁾	%	79,3	12,3	55,7	94,3
Clonená plocha (dolná vrstva) ¹⁰⁾	%	10,2	9,2	0,1	30,9
Clonená plocha (horná vrstva) ¹¹⁾	%	83,6	14,6	52,2	99,7
Giniho koeficient ¹²⁾		0,43	0,13	0,20	0,64
Koeficient homogenity ¹³⁾		1,65	0,41	1,27	2,79
Stojace odumreté stromy¹⁴⁾					
Počet stromov ¹⁵⁾	N.ha ⁻¹	64	94	0	340
Zásoba ¹⁶⁾	m ³ .ha ⁻¹	25,8	36,3	0,0	104,4
Kruhovú základňu ¹⁷⁾	m ² .ha ⁻¹	0,4	0,5	0,0	1,6
Ležiace odumreté stromy (ležanina)¹⁸⁾					
Stupeň rozkladu A ¹⁹⁾	m ³ .ha ⁻¹	7,6	31,7	0,0	142,1
Stupeň rozkladu B ²⁰⁾	m ³ .ha ⁻¹	6,4	15,5	0,0	63,7
Stupeň rozkladu C ²¹⁾	m ³ .ha ⁻¹	35,1	64,2	0,0	280,1
Objem ležaniny spolu (A+B+C) ²²⁾	m ³ .ha ⁻¹	49,1	67,1	0,0	280,1

Captions: ¹⁾mean, ²⁾standard deviation, ³⁾minimum, ⁴⁾maximum, ⁵⁾living trees (height >1.3 m), ⁶⁾stem density, ⁷⁾growing stock, ⁸⁾basal area, ⁹⁾shaded area total, ¹⁰⁾shaded area of lower tree layer, ¹¹⁾shaded area of upper tree layer, ¹²⁾Gini coefficient, ¹³⁾coefficient of homogeneity, ¹⁴⁾standing deadwood, ¹⁵⁾stem density, ¹⁶⁾growing stock, ¹⁷⁾basal area, ¹⁸⁾downed deadwood, ¹⁹⁾decomposition grade A, ²⁰⁾decomposition grade B, ²¹⁾decomposition grade C, ²²⁾downed deadwood total

Tab. 2.

 Základné porastové charakteristiky živých a odumretých stromov podľa vylíšených typov štruktúr v dielci 731
 Basic stand characteristics of living and dead trees according to distinguished structure types

		Typy štruktúr ¹⁾					
		A	B	C	D	E	F
Živé stromy (výška > 1,3 m)²⁾							
Počet stromov ³⁾	N.ha ⁻¹	540	494	1 340	1 300	1 260	2 850
Zásoba ⁴⁾	m ³ .ha ⁻¹	529,6	958,7	690,0	541,4	589,4	451,5
Kruhovú základňu ⁵⁾	m ² .ha ⁻¹	43,5	62,8	49,2	40,6	39,8	33,3
Clonená plocha celkom ⁶⁾	%	72,1	87,9	79,2	72,9	65,9	91,0
Clonená plocha (dolná vrstva) ⁷⁾	%	3,0	1,4	12,7	3,2	16,7	26,9
Clonená plocha (horná vrstva) ⁸⁾	%	92,3	93,1	91,9	55,3	67,1	85,0
Giniho koeficient ⁹⁾		0,24	0,36	0,55	0,20	0,52	0,44
Koeficient homogenity ¹⁰⁾		2,79	1,93	1,45	1,36	1,35	1,40
Stojace odumreté stromy¹¹⁾							
Počet stromov ¹²⁾	N.ha ⁻¹	20	17	45	340	64	150
Zásoba ¹³⁾	m ³ .ha ⁻¹	0,4	29,3	53,9	4,4	17,3	1,6
Kruhovú základňu ¹⁴⁾	m ² .ha ⁻¹	0,0	0,2	0,4	0,0	0,1	0,0
Ležiace odumreté stromy (ležanina)¹⁵⁾							
Objem ležaniny spolu (A+B+C) ¹⁶⁾	m ³ .ha ⁻¹	142,1	29,8	50,7	63,1	70,6	6,0
Zastúpenie na ploche porastu ¹⁷⁾	%	5	35	20	5	25	10

Vysvetlivky/Captions: A – homogénna štruktúra medzernatá/homogenous sparse structure; B – homogénna štruktúra s vysokou zásobou/homogenous structure with high volume; C – homogénna štruktúra so strednou zásobou/homogenous structure with medium volume; D – dvojvrstvová štruktúra bez dolnej vrstvy/two-layered structure without lower layer; E – dvojvrstvová štruktúra z hornej a dolnej vrstvy/two-layered structure with upper and lower layer; F – diferencovaná štruktúra s vysokým počtom jedincov/differentiated structure with high stem density

¹⁾structure types, ²⁾living trees (height >1.3 m), ³⁾stem density, ⁴⁾growing stock, ⁵⁾basal area, ⁶⁾shaded area total, ⁷⁾shaded area of lower tree layer, ⁸⁾shaded area of upper tree layer, ⁹⁾Gini coefficient, ¹⁰⁾coefficient of homogeneity, ¹¹⁾standing deadwood, ¹²⁾stem density, ¹³⁾growing stock, ¹⁴⁾basal area, ¹⁵⁾downed deadwood, ¹⁶⁾downed deadwood total, ¹⁷⁾proportion from stand area

pomerne nízky, ale aj napriek tomu je možné konštatovať, že porast vykazuje známky diferenciácie štruktúry, o čom svedčia aj priemerné hodnoty Giniho koeficientu ($0,43 \pm 0,13$) a koeficientu homogenity ($1,65 \pm 0,41$).

Celkový objem odumretých stromov (stojace + ležiace odumreté stromy) na výskumných plochách dosahoval v priemere $74,9 \pm 71,2 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, čo predstavuje 10,4 % zo zásoby živých stromov. V odumretých stromoch dominovala ležanina so 65,6 %, pričom v najväčšej miere bol zastúpený stupeň rozkladu C (71,5 %). Podiel stojacích stromov na celkovom objeme odumretých stromov bol na úrovni 34,4 %. V zmiešaných jedľovo-bukových pralesoch môže objemové percento odumretých stromov v jednotlivých časových etapách a objektoch značne variovať, pričom jeho hodnoty sa pohybujú zväčša na úrovni 15 – 25 % (KORPEL 1995; SANIGA, JALOVIAK 2002; DIACI et al. 2011).

V dieľci 731 bolo pomocou zhlukovej analýzy vylišených 6 typov štruktúr (tab. 2). Až 60 % plochy porastu tvorili homogénne štruktúry (medzernatá, s vysokou a so strednou zásobou). Určujúcim znakom homogénnych štruktúr bolo predovšetkým vysoké percento clonenia plochy stromami hornej vrstvy, ktoré na všetkých výskumných plochách presahovalo 85 % a v prípade homogénnej medzernatej a homogénnej štruktúry s vysokou zásobou aj malý počet stromov ($< 760 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$), vysoký koeficient homogenity ($> 1,55$) a malé percento plochy clonenej stromami dolnej vrstvy (< 5 %). Homogénna medzernatá štruktúra sa zároveň vyznačovala aj vysokým objemom odumretých ležiacich stromov tzv. ležaniny (v priemere $142 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) na ploche porastu. Pri homogénnej štruktúre so strednou zásobou (v priemere $690 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) bola zistená vyššia početnosť živých stromov ($> 780 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$), najmä v najnižších hrúbkových stupňoch, a tiež vyšší podiel plochy clonenej dolnou vrstvou (> 10 %). Približne 40 % plochy porastu tvorili diferencované štruktúry (dvojvrstvá bez dolnej vrstvy, dvojvrstvá z hornej a dolnej vrstvy, diferencovaná s vysokým počtom jedincov), ktoré sa v porovnaní s homogénnymi štruktúrami vyznačovali vyšším zastúpením stromov dolnej, resp. strednej vrstvy v poraste. Podiel plochy clonenej hornou vrstvou v diferencovaných štruktúrach nepresahoval na jednotlivých výskumných plochách 85 %. Typickým znakom bol aj vysoký počet živých stromov ($> 940 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$), predovšetkým v prostredí dolnej a strednej vrstvy, a tiež nižší koeficient homogenity ($< 1,45$). Pri dvojvrstvovej štruktúre bez dolnej vrstvy bol zistený nadpriemerne vysoký počet odumretých stojacích stromov ($340 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$), patriacich hlavne k najnižším hrúbkovým stupňom.

Prirodzená obnova a jej výskyt v rámci vylišených typov štruktúr

Priemerná hustota jedincov prirodzenej obnovy s výškou od 0,2 do 1,3 m, v priemere za všetky výskumné plochy, bola $10\,745 \pm 5\,192 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$ (tab. 3). Najviac zastúpenými drevinami boli jaseň (52,2 %), buk (23,8 %) a javor (18,0 %). Zastúpenie jedle a smreka v prirodzenej obnove nepresiahlo v priemere 1%, čo je v protiklade s ich zastúpením v materskom poraste (jedľa 42,9 %, smrek 9,7 %). Podľa KORPELA (1995) sa jedľa v nenarušených prírodných lesoch ekologicky uplatňuje a svoju produkčnú trvalosť presadzuje cez výraznú rôznovekosť. Vzhľadom k nízkym nárokom na svetlo sa môže jedľa z pomerne malého podielu jedincov v prirodzenej obnove postupne uplatňovať väčším objemovým podielom. Napriek tejto skutočnosti dochádza v posledných desaťročiach v jedľovo-bukových pralesoch k permanentnému znižovaniu zastúpenia tejto dreviny (KUCBEL et al. 2010; DIACI et al. 2011). Až 62 % jedincov prirodzenej obnovy na výskumných plochách patrilo do výškovej kategórie 0,2 – 0,5 m (obr. 1). Výškové kategórie 0,5 – 0,8 m a 0,8 – 1,3 m boli zastúpené nižším percentuálnym podielom (22 %, resp. 16%). Dominantnou drevinou bol jaseň, ktorý si vo všetkých výškových kategóriách udržiaval pomerne stabilné zastúpenie (> 45 %). Pri buku bol zistený nárast jeho zastúpenia z 19 % vo výškovej kategórii 0,2 – 0,5 m na 35 % vo výškovej kategórii 0,8 – 1,3 m, pri drevine javor je tento trend opačný (22 %, resp. 15 %).

Najviac poškodenými drevinami v prirodzenej obnove boli brest a smrek, pri ktorých poškodenie presiahlo hranicu 20 % (tab. 3). Naopak, hlavné porastotvorné dreviny buk a jedľa boli poškodené minimálne (< 3 %). Prevládalo poškodenie odhryzom terminálnych výhonkov raticovou zverou. Najmenší rozsah poškodenia (4 %) bol zistený vo výškovej kategórii 0,2 – 0,5 m (obr. 1). So stúpajúcou výškou prirodzenej obnovy sa percento poškodenia zvyšovalo až na hodnotu 14 % vo výškovej kategórii 0,5 – 0,8 m a 34 % vo výškovej kategórii 0,8 – 1,3 m, pričom rozdiely medzi jednotlivými výškovými kategóriami boli štatisticky významné ($p < 0,05$).

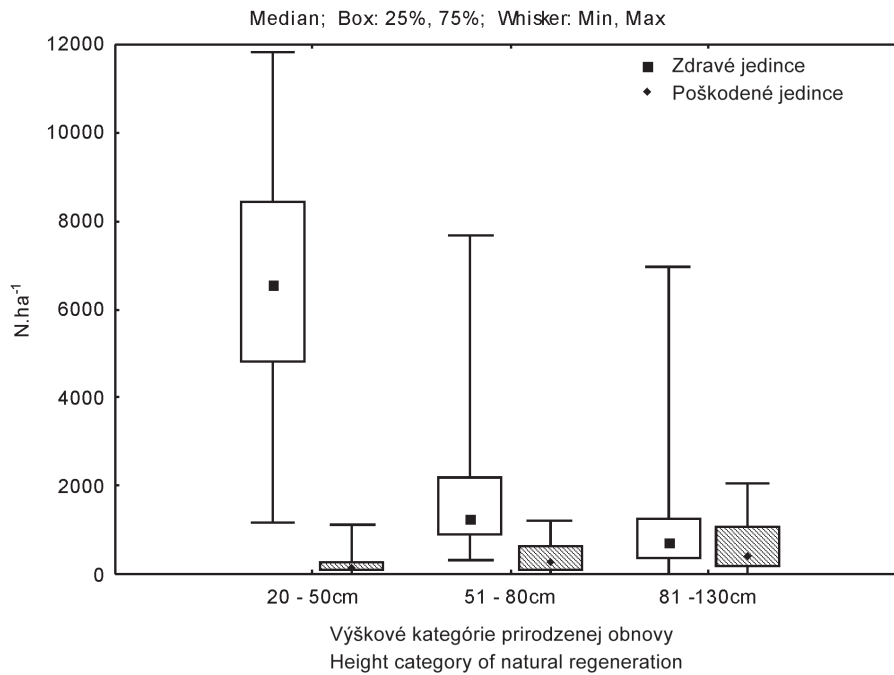
Priemerné početnosti jedincov prirodzenej obnovy v jednotlivých typoch porastových štruktúr sú zobrazené na obr. 2. Napriek pomerne nízkym hodnotám zásoby ($529,6 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) a zápoja porastu (72,1 %) bola najnižšia početnosť prirodzenej obnovy ($2\,500 \text{ ks} \cdot \text{ha}^{-1}$) zistená pri homogénnej medzernatej štruktúre. Výskyt homogénnej medzernatej štruktúry bol podmienený abiotickými činiteľmi (vietor, sneh), ktorých pôsobením dochádzalo zväčša k náhlemu zníženiu zásoby živých stromov a nárastu objemu ležaniny ($142 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) na ploche porastu.

Tab. 3.

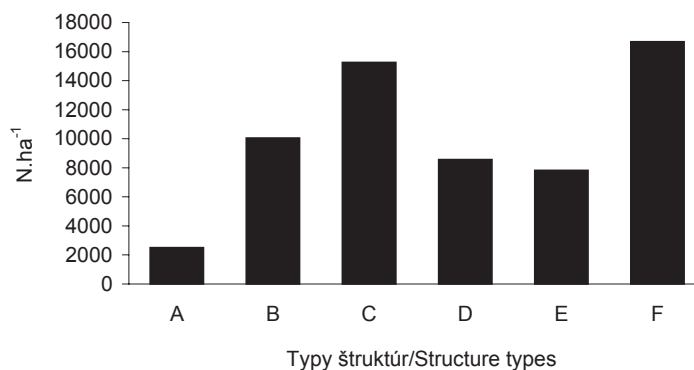
Štruktúra a poškodenie prirodzenej obnovy v dieľci 731
Structure and damage of natural regeneration

Druh dreviny ¹⁾	Priemer ²⁾ [N.ha ⁻¹]	Sx ³⁾ [N.ha ⁻¹]	Min ⁴⁾ [N.ha ⁻¹]	Max ⁵⁾ [N.ha ⁻¹]	Zastúpenie ⁶⁾ [%]	Poškodené ⁷⁾ [%]
Jaseň ⁸⁾	5 607	3 252	880	13 920	52,2	14,5
Buk ⁹⁾	2 552	3 200	0	11 980	23,8	1,6
Javor ¹⁰⁾	1 939	1 397	200	6 520	18,0	15,8
Brest ¹¹⁾	369	316	0	1 160	3,4	25,2
Jarabina ¹²⁾	160	270	0	800	1,5	-
Jedľa ¹³⁾	100	193	0	740	0,9	3,0
Smrek ¹⁴⁾	18	34	0	100	0,2	22,2
Spolu porast ¹⁵⁾	10 745	5 192	2 500	23 280	100,0	11,9

Captions: ¹⁾tree species, ²⁾mean, ³⁾standard deviation, ⁴⁾minimum, ⁵⁾maximum, ⁶⁾representation, ⁷⁾damaged, ⁸⁾ash, ⁹⁾beech, ¹⁰⁾maple, ¹¹⁾elm, ¹²⁾rowan, ¹³⁾fir, ¹⁴⁾spruce, ¹⁵⁾total



Obr. 1.
 Porovnanie početnosti zdravých a poškodených jedincov v jednotlivých výškových kategóriách prirodzenej obnovy
Fig. 1.
 Density of healthy (white boxes) and damaged (hatched boxes) individuals in particular height categories of natural regeneration



Obr. 2.
 Priemerné početnosti jedincov prirodzenej obnovy v jednotlivých typoch štruktúr
Fig. 2.
 Average natural regeneration density in particular structure types

V tomto type štruktúry prevládala počiatková (iniciálna) fáza podmienok vzniku prirodzenej obnovy. Homogénne štruktúry s vysokou a so strednou zásobou sa síce vyznačovali vysokými počtami jedincov prirodzenej obnovy (v priemere 10 054 ks.ha⁻¹, resp. 15 255 ks.ha⁻¹), ale vo veľkej miere bola zastúpená prevažne výšková kategória 0,2 – 0,5 m (v priemere 77 %, resp. 58 %). Výšková kategória 0,8 – 1,3 m tu bola zastúpená v menšom rozsahu (v priemere 7 %, resp. 19 %). Najvyšší počet jedincov prirodzenej obnovy bol zistený pri diferencovanej štruktúre s vysokým počtom jedincov (v priemere 16 670 ± 8 923 ks.ha⁻¹). Tento typ štruktúry porastu vytváral napriek vysokej hodnote celkového zápoja (91,0 %) najlepšie podmienky pre vznik a odrastanie jedincov prirodzenej obnovy. Počet jedincov pri dvojvrstvových štruk-

túrach bez dolnej (8 560 ks.ha⁻¹) a s účasťou hornej a dolnej vrstvy (7 820 ks.ha⁻¹) bol podstatne nižší. Vo väčšej miere (> 20 %) tu bola zastúpená kategória jedincov s výškou 0,8 – 1,3m. Početná, odrastejšia prirodzená obnova tienení pôdy negatívne ovplyvňuje následnú dynamiku regeneračných procesov, a tým aj celkový počet jedincov obnovy (REININGER 2000). Zastúpenie drevín v prirodzenej obnove v jednotlivých typoch porastových štruktúr bolo s výnimkou buka a javora pomerne vyrovnané. V porastových štruktúrach s hodnotami zápoja > 75 % (homogénna medzernatá štruktúra, dvojvrstvová štruktúra bez dolnej a s účasťou hornej a dolnej vrstvy) bolo zastúpenie buka v prirodzenej obnove výrazne poddimenzované (< 7 %). Opačný trend bol zistený pri drevine javor (zastúpenie > 25 %).

ZÁVER

Analýzou porastovej štruktúry a prirodzenej obnovy zmiešaného jedľovo-bukového lesa v NPR Mláčik, ponechaného 30 rokov na prirodzený vývoj, sme dospeli k nasledujúcim záverom:

- Priemerné hodnoty základných porastových charakteristík živých stromov za všetky výskumné plochy v dieľci 731 (početnosť, zásoba a kruhová základňa) sú porovnateľné s hodnotami v zmiešaných pralesoch jedľovo-bukového vegetačného stupňa. Naproti tomu objem nekromasy (10,4 %) je ešte stále mierne poddimenzovaný.
- Viac ako 1/2 plochy porastu tvoria stále homogénne štruktúry. Výskyt diferencovaných štruktúr na cca 40 % plochy poukazuje na postupnú, samovolnú vekovú, hrúbkovú a výškovú diferenciáciu porastu.
- Regeneračné procesy v NPR sú vo všeobecnosti plynulé bez viditeľných prejavov stagnácie. Najviac zastúpenými drevinami v prirodzenej obnove sú jaseň (52,2 %), buk (23,8 %) a javor (18,0 %). Podiel prirodzenej obnovy jedle nepresahuje 1 %, čo do istej miery potvrdzuje všeobecný trend postupného úbytku tejto dreviny v pralesovitých spoločenstvách.

Podakovanie:

Táto štúdia vznikla vďaka podpore v rámci operačného programu Výskum a vývoj pre projekt: Centrum excelentnosti: Adaptívne lesné ekosystémy, ITMS: 26220120006, spolufinancovaný zo zdrojov Európskeho fondu regionálneho rozvoja.

LITERATÚRA

- BALANDA M. 2010. Dynamika regeneračných procesov prírodného zmiešaného lesa v NPR Hrončecký Grúň. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, 51 (Suppl. 1): 91-101.
- BORTZ J. 1999. Statistik für Sozialwissenschaftler. Berlin, Springer: 836 s.
- BRADSHAW R.H.W., WOLF A., MOLLER P.F. 2005. Longterm succession in a Danish temperate deciduous forest. Ecography, 28: 157-164.
- CAMINO R., DE. 1976. Zur Bestimmung der Bestandeshomogenität. Allgemeine Forst- und Jagdzeitung, 147: 54-58.
- COMMARMOT B., BACHOFEN H., BUNDZIAK Y., BÜRGI A., RAMP B., SHPARYK Y., SUKHARIUK D., VITER R., ZINGG A. 2005. Structures of virgin and managed beech forests in Uholka (Ukraine) and Sihlwald (Switzerland): a comparative study. Forest Snow and Landscape Research, 79: 45-56.
- DIACI J., ROZENBERGAR D., ANIC I., MIKAC S., SANIGA M., KUCBEL S., VISNJIC C., BALLIAN D. 2011. Structural dynamics and synchronous silver fir decline in mixed old-growth mountain forests in Eastern and Southeastern Europe. Forestry, 84: 479-491. doi: 10.1093/forestry/cpr030
- DIXON P.M., WEINER J., MITCHELL-OLDS T., WOODLEY R. 1987. Bootstrapping the Gini coefficient of inequality. Ecology, 68: 1548-1551.
- DORREN L. K. A., BERGER F., IMESON A. C., MAIER B., REY F. 2004. Integrity, stability and management of protection forests in the European Alps. Forest Ecology and Management, 195: 165-176.
- EMBORG J., CHRISTENSEN M., HEILMANN-CLAUSEN J. 2000. The structural dynamics of Suserup Skov, a near-natural temperate deciduous forest in Denmark. Forest Ecology and Management, 126: 173-189.
- GUBKA K. 2005. Súčasný stav a tendencie vývoja porastu v národnej prírodnej rezervácii Mláčik. Acta Facultatis Forestalis Zvolen, 47: 181-194.
- KORPEL Š. 1989. Pralesy Slovenska. Bratislava, Veda: 332 s.
- KORPEL Š. 1995. Die Urwälder der Westkarpaten. Stuttgart, Gustav Fischer: 310 s.
- KRÁL K., JANÍK D., VRŠKA T., ADAM D., HORT L., UNAR P., ŠAMONIL P. 2010a. Local variability of stand structural features in beech dominated natural forests of Central Europe: Implications for sampling. Forest Ecology and Management, 260: 2196-2203.
- KRÁL, K., VRŠKA, T., HORT, L., ADAM, D., ŠAMONIL, P. 2010b. Developmental phases in a temperate natural spruce-fir-beech forest: determination by a supervised classification method. European Journal of Forest Research, 129: 339-351.
- KUCBEL S., JALOVIAR P., SANIGA M., VENCURIK J., KLIMAŠ V. 2010. Canopy gaps in an old-growth fir-beech forest remnant of Western Carpathians. European Journal of Forest Research, 129: 249-259.
- LEIBUNDGUT H. 1993. Europäische Urwälder. Wegweiser zur naturnahen Waldwirtschaft. Bern, P. Haupt: 260 s.
- MAYER H. 1976. Gebirgswaldbau - Schutzwaldpflege. Ein waldbaulicher Beitrag zur Landschaftsökologie und zum Umweltschutz. Stuttgart, Fischer: 436 s.
- NAGEL T.A., SVOBODA M. 2008. Gap disturbance regime in an old-growth *Fagus-Abies* forest in the Dinaric Mountains, Bosnia-Herzegovina. Canadian Journal of Forest Research, 38: 2728-2737.

- PETRÁŠ R., PAJTÍK J. 1991. Sústava československých objemových tabuliek. Lesnícky časopis, 37(1): 49-56.
- REININGER H. 2000. Das Plenterprinzip oder die Überführung des Altklassenwaldes. Graz, Leopold Stocker: 238 s.
- ROUVINEN S., KUULUVAINEN T. 2005. Tree diameter distributions in natural and managed old *Pinus sylvestris* dominated forests. Forest Ecology and Management, 208: 45-61.
- ROZENBERGAR D., MIKAC S., ANIĆ I., DIACI J. 2007. Gap regeneration patterns in relationship to light heterogeneity in two old-growth beech-fir forest reserves in South East Europe. Forestry, 80: 431-443.
- SANIGA M. 1999a. Štruktúra, produkčné pomery a regeneračné procesy Baďínskeho pralesa. Journal of Forest Science, 45: 121-130.
- SANIGA M. 1999b. Štruktúra, produkčné pomery a regeneračné procesy Dobročského pralesa. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 64 s. Vedecké štúdie 2/1999/A
- SANIGA M., JALOVIAK P. 2002. Dynamik des Totholzanteils im Rahmen des Entwicklungszyklus in den ausgewählten Urwäldern der Slowakei. Zvolen, Technická univerzita vo Zvolene: 49 s. Vedecké štúdie 2/2002/A
- SANIGA M., BALANDA M. 2008. Dynamics of tree species composition and characteristics of available space utilization in the natural forest of the National Nature Reserve Hrončokovský grúň. Journal of Forest Science, 54 (11): 497-508.
- SANIGA M., BALANDA M., KUCBEL S., JALOVIAK P. 2011. Cyclic changes in tree species composition of mixed-species forest in Western Carpathians: Role of disturbance and tree regeneration. Polish Journal of Ecology, 59: 699-708.
- ŠÁLY R., KRIŽOVÁ E., PETRÍK M., MIHÁLIK A. 1991. Ecosystem study of the fir-beech stand in the Mláčik state nature reserve. Vedecké a pedagogické aktuality I./1991. Zvolen, TU Zvolen: 162 s.
- ŠKVARENINA J., ŠKVARENINOVÁ J., SNOPKOVÁ Z., KOVÁČIK M., STŘELCOVÁ K. 2006. Fenologické prejavy listnatých lesných drevín v horskom pralesovom ekosystéme jedľobučiny v Kremnických vrchoch. In: Rožnovský J. et al. (eds): Fenologická odezva proměnlivosti podnebí. Sborník referátů. Brno 22. 3. 2006. Praha, Česká bioklimatologická společnost v nakl. ČHMÚ: [8 s.]. Dostupné: <http://www.cbks.cz/sborn%C3%ADk06/prispevky/Skvarenina.pdf>. [cit. 24. októbra 2011]
- VRŠKA T., ADAM D., HORT L., KOLÁŘ T., JANÍK D. 2009. European beech (*Fagus sylvatica* L.) and silver fir (*Abies alba* Mill.) rotation in the Carpathians-A developmental cycle or a linear trend induced by man? Forest Ecology and Management, 258: 347-356.
- WOLF A. 2005. Fifty year record of change in tree spatial patterns within a mixed deciduous forest. Forest Ecology and Management, 215: 112-223.
- ZLATNÍK A. 1976. Lesnická fytoecologie. Praha, SZN: 495 s.

TYPES OF FOREST STAND STRUCTURES AND ANALYSIS OF NATURAL REGENERATION IN MIXED FOREST OF NATIONAL NATURE RESERVE MLÁČIK (CENTRAL SLOVAKIA)**SUMMARY**

The paper deals with the classification of forest stand structures and the analysis of natural regeneration in a mixed fir-beech forest of National Nature Reserve Mláčik, that have been left to the natural development since 1982. In 2009, a series of twenty circular research plots (500 m²) was established. In the sample plots, we measured the dendrometric characteristics of all living stems with the height >1,3 m, standing and downed deadwood and the natural regeneration (individuals with the height 0.2–1.3 m) was registered. Besides the basic dendrometric characteristics, the structural indices (Gini coefficient, coefficient of homogeneity) were used for the description of stand structure in particular circular plots. The stand structure types were distinguished using the non-hierarchical clustering method (k-means). As the input data for the cluster analysis we used stem density, growing stock, proportion of upper and lower tree layer, Gini coefficient, coefficient of homogeneity.

Mean values of basic stand characteristics (stem density, growing stock and basal area) of living trees (Tab. 1) are comparable to the values in mixed virgin forests of fir-beech vegetation zone. However, the deadwood volume (10.4%) is still slightly lower than in the natural forests. Dominant tree species in research plots was Silver fir that comprised 42.9% of the total growing stock. Representation of ash and beech reached 20.3% and 18.6%, respectively. The proportion of other tree species (spruce, maple, elm, rowan) from the growing stock did not exceed 10%. More than the half of the stand area was formed by the homogenous structures (Tab. 2). The presence of differentiated structures on the ca. 40% of the total area suggests the successive and spontaneous age, diameter and height differentiation of the stand.

Regeneration processes in the reserve are generally continuous, without any visible signs of stagnation. The most represented tree species in the natural regeneration are ash (52.2%), beech (23.8%) and maple (18.0%). The proportion of fir in the natural regeneration does not exceed 1% (Tab. 3), what partially confirms the general trend of successive decrease of this tree species in virgin forests. Density and tree species representation in the natural regeneration were influenced also by the various forest stand structures (Fig. 2). The most damaged tree species in natural regeneration were elm and spruce with the proportion of damaged individuals more than 20% (Tab. 3). On the other hand, the main tree species beech and fir were damaged minimally (< 3%).

Recenzováno

ADRESA AUTORA/CORRESPONDING AUTHOR:

Ing. Jaroslav Vencúrik, Ph.D., Technická univerzita vo Zvolene, Katedra pestovania lesa
T. G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen, Slovenská republika
tel.: +421 455 206 247; e-mail: vencurik@vsld.tuzvo.sk