

**VYBRANÉ PRODUKČNÉ CHARAKTERISTIKY BUKOVEJ ČASTI  
PRALESA SKALNÁ ALPA**

*SELECTED PRODUCTION CHARACTERISTICS OF BEECH PART  
OF O SKALNÁ ALPA OLD-GROWTH FOREST*

JOZEF ZRAK

*ABSTRACT*

*This paper deals with the diameter structure, the basal area, and the volume of both the biomass and necromass in the Skalná Alpa old-growth forest. The study is focused on a part of the forest which is dominated by European beech. The data was obtained in the two permanent research plots; the area of both plots is 1.5 ha (150 m × 50 m). In comparison to the other old-growth and natural beech forests located at altitudes up to 1,400 above sea level, the growing stock of the forest is lower in the area of interest. The standing volume of living trees with a DBH exceeding 2 cm is 347.9 m<sup>3</sup> and the volume of the necromass is 109.7 m<sup>3</sup> per ha. The overall volume production of this beech forest is 457.5 m<sup>3</sup>; the necromass shares 24 % of the overall volume production. The volume of the biomass consists of beech (85 %), sycamore (8 %) and spruce (7 %). The differences in volume of biomass in comparison to the beech natural forests, which are in the optimum stage, are caused by differences in climate conditions and the length of the vegetation period.*

*Keywords: production, European beech, old-growth forest*

*Kľúčové slová: produkcia, buk lesný, prales*

## ÚVOD A PROBLEMATIKA

V súvislosti s očakávanými klimatickými zmenami sa predpokladá, že rastové podmienky budú výhodnejšie pre buk a na druhej strane sa zhoršia pre smrek (TATARINOV, CIENCIALA 2009). Preto musí byť ekologická amplitúda vysádzaných drevín tak široká, aby vyhovovala súčasným ale aj budúcim stanovištným podmienkam. Predpokladá sa zvýšená expanzia buka na úkor smrečín, ktorých zdravotný stav sa rapídne zhoršuje (MINĐÁŠ, ŠKVARENINA 2003). Vhodnou alternatívou, ktorá môže v budúcnosti nahradiť rovnorodé smrečiny vo vyšších nadmorských výškach sú zmesi smreka a buka. Pre potreby praktického uplatnenia je dôležité odpovedať najmä na otázky týkajúce sa produkcie potenciálnych drevinových zmesí. Ako modelový príklad nám môžu slúžiť prirodzené zmesi drevín zachované v pralesovitých zvyškoch.

Členitý terén a malá sprístupnenosť lesov Slovenska zabezpečili, že sa dnes môžeme ako krajina pýšiť viac ako 70 fragmentmi prírodných lesov o výmere takmer 20 000 ha (KOLEKTÍV 2002). Jedným z takýchto vzácných zvyškov je aj prales v NPR Skalná Alpa, ktorý predstavuje jedinečné spoločenstvá smreka a buka v 6. až 7. LVS na vápencovom podloží.

Je známe, že prírodné lesy sú omnoho stabilnejšie a odolnejšie voči vplyvu biotických a abiotických škodlivých činiteľov ako lesy, ktoré vplyvom ľudskej činnosti stratili prirodzenú štruktúru. Pre zvýšenie stability a zvýšenie biodiverzity v le-

soch obhospodarovaných človekom je vhodné, aby tieto lesy mali niektoré prvky pralesa, ako napríklad prítomnosť podrastu, existenciu veľkých žijúcich alebo odumretých stromov a prítomnosť nekromasy (HANSEN et al. 1991; MCCOMB et al. 1993; FRANKLIN et al. 1997). Úloha mŕtveho dreva v pralesi je nesporná a preto určité množstvo mŕtveho dreva by malo byť aj cieľom hospodárenia (CHRISTENSEN et al. 2005).

Vybranými produkčnými charakteristikami pralesov na Slovensku sa v súčasnosti zaoberali viacerí autori. Podrobne analyzované sú rovnorodé bukové prírodné lesy v 4 LVS – NPR Stužica (SANIGA, KLIMAŠ 2004), NPR Oblík (SANIGA, SKLENÁR 2003). V rámci 5. a 6. LVS existujú podrobné literárne údaje z NPR Dobročský a Badínsky prales (KORPEL 1989). Zo zmiešaných prírodných lesov v 5. LVS komplexný výskum v NPR Hrončecký grúň vykonal BALANDA (2009). V bukovo-vo-vo pralesi 5. a 6. LVS NPR Vtáčnik pracoval PITTNER a SANIGA (2006). Údaje o produkcii pralesa v NPR Zadná Poľana v 7. LVS podáva SANIGA (2005). Podrobný prehľad o štruktúre a produkcii pralesov Slovenska je prezentovaný v publikácii KORPELA (1989), avšak práca zaoberajúca sa produkciou pralesov v 6.–7. LVS kde je hlavnou porastotvornou drevinou buk, absentuje.

V NPR Skalná Alpa sa začal ucelený výskum až v roku 1982 a údaje získané počas 10-tich rokov výskumu boli publikované SANIGOM (1995). Vyhodnotenie produkčných a rastových charakteristík po 30 rokoch merania boli publikované v práci ZRAK, SANIGA (2010). Posledné dve menované práce boli zostavené z údajov získaných z plôch založených prof. Korpeľom v smrekovo-bukovej časti. Súčasný výskum zameraný na komplexné posúdenie textúry a disturbančného režimu tohto pralesa sa vykonáva na nových trvalých výskumných plochách (TVP). Plochy sú založené v časti NPR Skalná Alpa, kde v drevinovom zložení dominuje buk lesný napriek tomu, že sa nachádza v 6. - 7. LVS. Táto dominancia je podmienená najmä edaficky.

Cieľom predkladanej práce je analýza hrúbkovej štruktúry, kruhovej základne a objemu biomasy a nekromasy v bukovej časti NPR Skalná Alpa.

## MATERIÁL A METÓDY

### Charakteristika výskumného objektu

Skalná Alpa (1 463,2 m n. m.) je jedným s vrchov orografického celku Veľká Fatra. Nachádza sa na 48°58'58.11" severnej šírky a 19°11'27.68" východnej dĺžky v Žilinskom kraji, v okrese Ružomberok, v katastri obce Liptovská Osada a Lubochňa. Za národnú prírodnú rezerváciu (NPR) bola vyhlásená v roku 1964 s výmerou 67,46 ha (VYSKOT 1981). Neskôr v roku 1993 bola rozšírená na súčasných 524,55 ha.

Geologické podložie je tvorené vápencami a dolomitmi. Z pôdnych typov prevažuje rendzina hnedá a rendzina typická, vyskytujú sa taktiež hnedé lesné pôdy (VESTENICKÝ, VOLOŠČUK 1986). V NPR Skalná Alpa je nasledovné drevinové zloženie: SM 65 %, JD 10 %, BK 20 %, JH 5 % (KORPEL 1989). Tieto porasty patria do skupín lesných typov (slt) *Fageto-Aceretum humile*, a *Abieto-Fagetum*, pre-

chádzajú v siedmom lesnom vegetačnom stupni do prestarnutých porastov patriacich do sít *Fageto-Picetum* a *Acereto-Picetum* (KORPEL 1989).

SANIGA M. a SANIGA MIR. (2004) uvádzajú pre NPR Skalná Alpa nasledovné klimatické charakteristiky: priemerná ročná teplota 4 °C, úhrnné ročné zrážky 1 000 až 1 200 mm, z toho 400 – 450 mm vo vegetačnej dobe, priemerný počet letných dní v roku s teplotou nad 25 °C je 20 a priemerný počet mrazových dní v roku je 170.

Výskum bol vykonaný na dvoch TVP o rozmeroch 150 × 50 m (1,5 ha) založených v časti NPR, kde v drevinovom zložení prevláda buk lesný. TVP sa nachádzajú v nadmorskej výške 1 300 m n. m. na východnom svahu so sklonom 30°. Pôdnym typom je rendzina typická. Okrem buka sa na drevinovom zložení TVP podieľa smrek obyčajný (*Picea abies*), javor horský (*Acer pseudoplatanus*), jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior*), jedľa biela (*Abies alba*) a jarabina mukyňová (*Sorbus aria*). Pričom posledné tri menované sa nachádzajú len jednotlivo v prirodzenom zmladení. V bylinnom kryte prevládajú vysoké byliny a paprade. Dominujú horské druhy a prístupujú kalcifity a subalpínske druhy. Vyskatuje sa napr. *Allium ursinum*, *Corthusa mathioli*, *Soldanella carpathica*, *Mercurialis perennis*, *Dentaria sp.*, *Veratrum album* a iné.

### Charakteristika metodického postupu

Výskumné plochy boli založené a vymerané pomocou technológie Field-Map a stabilizované pomocou drevených kolíkov. Plochy boli rozdelené kvôli lepšej orientácii na 24 čiastkových plôch o výmere 25 × 25 m. Metodika zakladania plôch je podrobnejšie rozobraná v práci BALANDA (2008). Plocha bola orientovaná dlhšou stranou po vrstevnici.

Na oboch TVP boli zmerané všetky hrúbky jedincov hrubších v  $d_{1,3}$  viac ako 2 cm. Meranie hrúbok sa vykonávalo dendrometrickou priemerkou s milimetrovým delením, podľa všeobecných zásad priemerkovania (ŠMELKO 2000) s presnosťou na 1 mm.

Na TVP 1 boli zmerané všetky výšky jedincov hrubších v  $d_{1,3}$  viac ako 2 cm. Meranie výšok sa vykonávalo pomocou výškomeru VERTEX III s presnosťou na 0,5 m. Pri jedincoch tenších v  $d_{1,3}$  ako 5 cm, rastúcich spravidla vo veľkej hustote sa vykonávalo pomocou výškomernej laty. Výšky jedincov na TVP 2 boli odvodené z výškových grafikonov vytvorených z nameraných výšok zvlášť pre každú drevinu. Výškové grafikony boli vyrovnané Korfovou výškovou krivkou (KORF 1939).

Na oboch TVP bolo merané mŕtve drevo. Registračná hodnota pre stojacu nekromasu bola nasledovná: minimálny priemer v  $d_{1,3}$  8 cm, a minimálna výška 2 m. Registračná hranica pre ležiacu nekromasu bola jej priemer na hrubšom konci nad 15 cm a dĺžka viac ako 2 m. Evidencia nekromasy bola vykonaná na ploche pomocou technológie Field-Map. Jej dĺžka sa merala automaticky prístrojom Field-Map pri jej pozičnom zachytení. Merala sa priemer na hrubšom a tenšom konci dendrometrickou priemerkou s milimetrovým delením s presnosťou na 1 mm.

Objem ležiaceho mŕtveho dreva bol vypočítaný automaticky vo Field-Mape podľa Smalianovho vzorca:

$$V = \frac{\pi}{4} \cdot \frac{(d_0^2 + d_n^2)}{2} \cdot L$$

kde:  $V$  – objem kmeňa,  $d_0$  – hrúbka na hrubšom konci,  $d_n$  – hrúbka na tenšom konci,  $L$  – dĺžka kmeňa

Pri stojacej nekromase, sme merali jej hrúbku a výšku podľa metodiky popísanej u živých jedincov.

Údaje z oboch plôch boli spracované a vyhodnocované dohromady. Zo získaných údajov sa pre každého jedinca vypočítala plocha kruhovej základne a objem kmeňový s kôrou na základe priemernej hrúbky a výšky. Objem kmeňa sa určil pomocou vzorcov PETRÁŠ, PAJTIK (1991). Z výšok bola vypočítaná horná výška porastu podľa ŠMELKA (2000). Jedince s hrúbkou väčšou ako 2 cm v  $d_{1,3}$  boli roztriedené podľa drevín do hrúbkových stupňov so 4 cm delením. Z údajov boli vyhotovené rozdelenia početnosti, kruhovej základne a zásoby po hrúbkových stupňoch a drevinách. Rozdelenie hrúbkovej početnosti bolo porovnávané s bimodálnym rozdelením a testované  $\chi^2$  testom (ZHANG et al. 2001).

## VÝSLEDKY

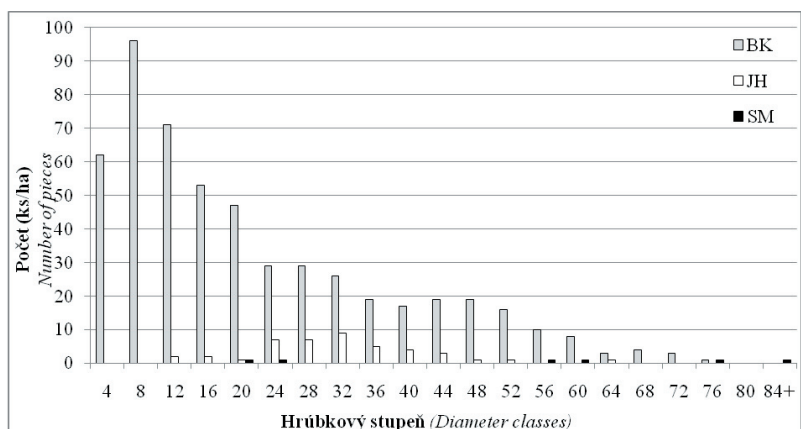
### Drevinové zloženie a hrúbková štruktúra

Najpočetnejšou drevinou je buk (92 %), po ňom javor horský (7 %) a smrek sa podieľa na drevinovom zložení najmenšou mierou (1 %). Celkový počet jedincov hrubších v  $d_{1,3}$  ako 2 cm je 552 ks.ha<sup>-1</sup>. Z toho buk lesný 511 ks.ha<sup>-1</sup>, 36 ks.ha<sup>-1</sup> má javor horský a 5 jedincov na hektár smrek obyčajný.

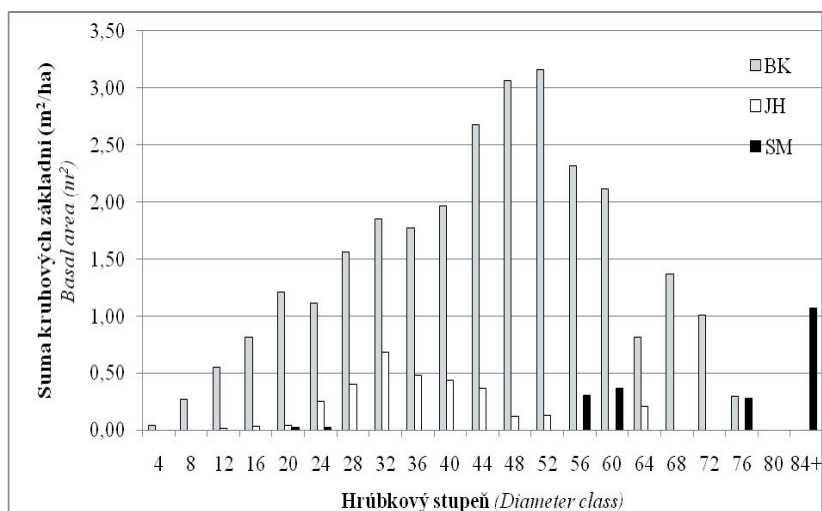
V grafe (obr. 1) je znázornená hrúbková štruktúra jedincov na TVP. Z grafu je zrejme že hrúbková štruktúra buka má bimodálne rozdelenie, čo sa potvrdilo aj pri testovaní  $\chi^2$  testom ( $p = 0,7348$ ). Prvý vrchol dosahuje krivka pri hrúbke 12 cm a druhý vrchol v hrúbke 43 cm. Takýto tvar rozdelenia je charakteristický pre prírodné lesy. Najviac je početne zastúpený hrúbkový stupeň 8. Absentujú hrúbkové stupne 80 a vyššie. Deficitný je počet jedincov v hrúbkovom stupni 36 a 40. Rozdelenie početností pri drevine javor horský naznačuje tvar normálneho rozdelenia, rozdelenie početností pri drevine smrek nenadobúda žiaden tvar z dôvodu nízkeho počtu jedincov.

### Kruhová základňa a horná výška

Štruktúru rozdelenia kruhovej základne po hrúbkových stupňoch a drevinách charakterizuje obr. 2. Rozdelenie je takmer identické s rozdelením zásoby (obr. 3). Celková kruhová základňa bola zistená v hodnote 33,20 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. Dominantnou drevinou je buk lesný, ktorý sa podieľal hodnotou 27,97 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>, javor horský predstavuje hodnotu 3,16 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. Podobne ako pri objeme kmeňa má najnižší podiel na tejto dendrometrickej veličine smrek obyčajný 2,07 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup>. Horná výška bukovej časti skúmaného pralesa je 26,7 m.



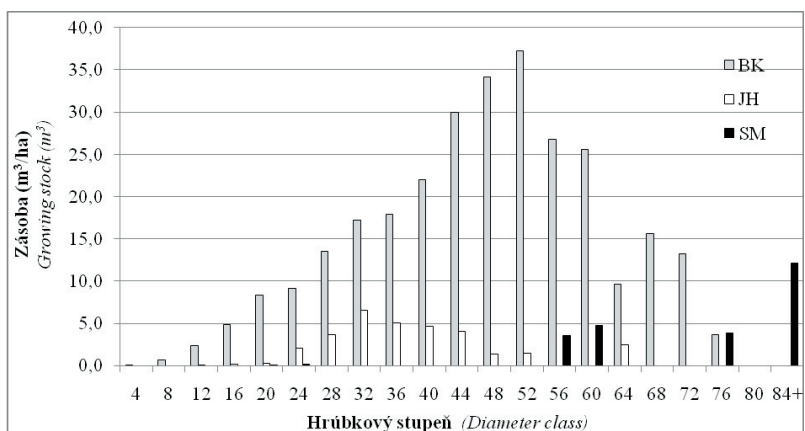
Obr. 1: Histogram rozdelenia hrúbkových početností jednotlivých drevín  
Diameter distribution of beech (BK), maple (JH) and spruce (SM)



Obr. 2: Histogram rozdelenia kruhovej základne jednotlivých drevín po hrúbkových stupňoch  
Basal area distribution according to tree species and diameter classes  
(BK – beech, JH – maple, SM – spruce)

### Objem biomasy a nekromasy

Na tvorbe objemu sa podieľa javor horský 8 %, smrek obyčajný 7 % a najväčší podiel na zistenom objeme má buk, ktorý tvorí 85 % objemu drevnej hmoty. Rozdelenie objemu živých stromov hrubších ako 2 cm v  $d_{1,3}$  podľa drevín a hrúbkových stupňov je charakterizované na obr. 3. Z informačnej hodnoty objemu možno konštatovať, že na tvorbe objemu sa v najväčšej miere podieľajú hrúbkové stupne 44 až 60. Celková zásoba živých stromov pralesa je 347,9 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Na celkovej zásobe



Obr. 3: Histogram rozdelenia zásoby jednotlivých drevín po hrúbkových stupňoch  
 Fig. 3: Growing stock distribution according to tree species and diameter classes  
 (BK – beech, JH – maple, SM – spruce)

be živých stromov sa podieľa buk lesný 292,4 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, javor horský 30,9 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> a smrek obyčajný 24,6 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Objem ležiacej nekromasy bol zistený v hodnote 70 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> a stojacej nekromasy 39,7 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Celková objemová produkcia v časti NPR Skalná Alpa s dominanciou buka je 457,7 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> (tab. 1). Podiel stojacej a ležiacej nekromasy na celkovej objemovej produkcii je 24 %. Pomer medzi objemom nekromasy a objemom živých stromov je 1 : 3,15.

Tab. 1: Zásoba živých jedincov a objem nekromasy  
 Volume of biomass and necromass

Drevina <sup>1</sup>	Objem <sup>2</sup> (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )				
	BK <sup>3</sup>	JH <sup>4</sup>	SM <sup>5</sup>	Spolu <sup>6</sup> (m <sup>3</sup> .ha <sup>-1</sup> )	Relatívny podiel <sup>7</sup> (%)
Živé jedince <sup>8</sup>	292,4	30,9	24,6	347,9	76,0
Nekromasa stojaca <sup>9</sup>	28,3	2,7	8,8	39,7	8,7
Nekromasa ležiaca <sup>10</sup>	55,3	0,6	14,1	70	15,3
Suma <sup>6</sup>				457,7	100

(<sup>1</sup>-species, <sup>2</sup>-volume, <sup>3</sup>-beech, <sup>4</sup>-maple, <sup>5</sup>-spruce, <sup>6</sup>-total, <sup>7</sup>-share, <sup>8</sup>- alive individuals, <sup>9</sup>-standing deadwood, <sup>10</sup>-laying deadwood)

## DISKUSIA

V záujmovej časti NPR Skalná Alpa sa nachádza buk lesný na hornej hranici svojho prirodzeného rozšírenia v našich zemepisných šírkach. Aj napriek extrémnym podmienkam je tu hlavnou drevinou pralesa. Vytvára rozdiferencovaný porast s prímiesou smreka obyčajného a javora horského. Dominancia buka je spôsobená najmä edaficky.

V porovnaní s bukovými pralesmi Slovenska, kde sa priemerná hodnota kruhovej základne pohybuje v rozmedzí 33 – 46,9 m<sup>2</sup>.ha<sup>-1</sup> (údaje KPL, nepublikované) je zistená kruhová základňa na dolnej hranici jej variačného rozpätia. Na rozdiel od bukovej časti NPR Skalná Alpa sa pri týchto pralesoch dosahuje vyššia zásoba a to v rozpätí 452 až 744 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> (údaje KPL, nepublikované). Odlišné hodnoty produkcie v NPR Skalná Alpa možno vysvetliť extrémnymi klimatickými podmienkami, kratšou vegetačnou dobou, výsledkom čoho je aj nižšia horná výška pralesa 26,7 m.

V porovnaní s bukovým pralesom v NPR Stučica nachádzajúcim sa v ekologickom optime buka je zásoba výrazne nižšia. SANIGA, KLIMAŠ (2004) tu uvádzajú zásobu hrubiny v závislosti od vývojového štádia v rozmedzí od 592 do 677 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Taktiež v porovnaní z bukovým pralesom NPR Oblík na andezitovom podloží, ktorý je zaradený medzi zásobovo chudobné (SANIGA, SKLENÁR 2003), je zásoba v NPR Skalná Alpa nižšia. V bukovom pralese NPR Vtáčnik, ktorý sa nachádza v nadmorskej výške 1 100 m n. m. sa zásoba pohybuje od 600 do 720 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup> (PITNER, SANIGA 2006), čo je výrazne viac ako v NPR Skalná Alpa, napriek porovnateľnej nadmorskej výške. Diferencie sú spôsobené najmä výrazne chladnejšou klímou a chudobnejšími pôdami.

Ako je známe zmes slnných a tieň znášajúcich drevín je nielen produktívnejšia ale hlavne ekologicky stabilnejšia (ASSMANN 1970). Nadprodukcia sa potvrdila hlavne pri zmesi jednej listnatej a jednej ihličnatej dreviny, pričom pri zmesi viacerých drevín nebola potvrdená (PRETZSCH 2003; LÉGARÉ et al.2004). Tieto poznatky potvrdzujú aj údaje SANIGU (1993), ktorý v NPR Skalná Alpa uvádza zásobu v závislosti od vývojového štádia 300 až 700 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>. Diferencie sú spôsobené tým, že v časti NPR analyzovanej autorom, participuje na drevinovom zložení smrek 23 až 35 % na celkovom počte jedincov, ale na zásobe až 56 %. Dôvodom je to, že smrek sa nachádza v ekologickom optime a má nadúrovňové postavenie. Tieto hodnoty sú porovnateľné aj so smrekovým pralesom Zadná Poľana (SANIGA 2005), kde sa zásoba pohybuje od 368 do 688 m<sup>3</sup>.ha<sup>-1</sup>, hoci v prípade orografického celku Poľana sa jedná o rovnorodý smrekový prales.

Množstvom mŕtveho dreva a zmenami jeho objemu v priebehu vývojového cyklu v bukových pralesoch NPR Rožok, Havešová a Kyjov nachádzajúcich sa v ekologickom a rastovom optime buka sa zaoberal SANIGA, SCHÜTZ (2001). V porovnaní s výsledkami autorov, ktorí uvádzajú podiel nekromasy vypočítaný v rámci celého vývojového cyklu bukového pralesa z celkového objemu biomasy a nekromasy v rozpätí od 15,57 % do 29,41 %, sú naše výsledky porovnateľné. Zaujímavý je veľký podiel nekromasy smreka v porovnaní k objemu biomasy tejto dreviny. Disproporcie sú spôsobené tým, že smrek sa tu nachádza v ekologickom optime a dosahuje vyšší fyzický vek a väčšie dimenzie ako buk. Nekromasu smreka tvorí len niekoľko jedincov smreka veľkých dimenzií.

## ZÁVER

Prales v NPR Skalná Alpa je zaujímavý svojou drevinovou skladbou buk, javor horský a smrek, kde buk sa nachádza na hornej hranici svojho prirodzeného rozšírenia. Napriek tejto skutočnosti sa pri hrúbkovej štruktúre pralesa potvrdilo jej



bimodálne rozdelenie. Rovnako podiel nekromasy na celkovej produkcii biomasy a nekromasy korešponduje z poznatkami získanými z bukových pralesov rastúcich v ekologickom a rastovom optime buka. Nízka zásoba pralesa ( $348,4 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ ) súvisí z nepriaznivými rastovými a ekologickými podmienkami buka. Z produkčného hľadiska je drevinová zmes nachádzajúca sa v bukovej časti NPR Skalná Alpa, ako jedna z možných alternatív za rozpadajúce sa rovnorodé smrečiny vo vyšších nadmorských výškach pre jej praktické uplatnenie neperspektívna.

#### POUŽITÁ LITERATÚRA

- ASSMANN E. 1970. The Principles of Forest Yield Study. Pergamon Press Ltd, Toronto.
- BALANDA M. 2008. Charakteristika metodického postupu pri hodnotení štruktúry, textúry, diverzity a regeneračných procesov prírodného lesa v NPR Hrončecký Grúň. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen, XLX, Suppl. 1: s. 85-95.
- BALANDA M. 2009. Zhodnotenie produkčných pomerov prírodného zmiešaného lesa v NPR Hrončecký Grúň. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen, LI, Suppl. 1: s. 85-93.
- FRANKLIN J. F., BERG D. E., THORNBURGH D. A., TEPPEINER J. C. 1997 Alternative silvicultural approaches to timber harvest: variable retention harvest systems. In: Kohm, K.A., Franklin, J.F. (Eds.), Creating a Forestry for the 21st century. Island Press, Covelo: s. 111-139.
- HANSEN A.J., SPIES T. A., SWANSON F. J., OHMAN J. L. 1991. Conserving biodiversity in managed forests. BioSci. 41: s. 382-392.
- Christensen M. et al. 2008. Dead wood in european beech forest reserves, Forest Ecology and Management 210: s: 267-282.
- KOLEKTÍV. 2002. Národná správa o trvalo udržateľnom rozvoji v Slovenskej republike, MŽP SR Bratislava a SAŽP Banská Bystrica: 104 s.
- KORF V. 1939. Príspevek k matematické definíci vzrústového zákona hmot lesných porostů. Lesnícká práce, 18: s. 339-379.
- KORPEL S. 1989. Pralesy Slovenska. Bratislava, Veda: 329 s.
- Légaré S., Paré D., Bergeron Y. 2004. The responses of black spruce growth to an increased proportion of aspen in mixed stands. Canadian Journal of Forest Research 34: s. 405-416.
- MCCOMB W. C., SPIES T. A., EMMINGHAM W. H. 1993. Douglas- Fir forests. Managing for timber and mature-forest habitat, J. Forestry: s. 31-42.
- MINDÁŠ J., ŠKVARENINA J. 2003. Lesy Slovenska a globálne klimatické zmeny, EFRA Zvolen, LVÚ Zvolen: 129 s.
- PETRÁŠ R., PAJTIK J. 1991. Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. Lesnícky časopis, 37, 1: s. 49-56.
- PITTNER J., SANIGA M. 2006. Štruktúra, nekromasa a regeneračné procesy bukového pralesa v NPR Vtáčnik. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen, XLVIII: s. 95-109.
- PRETZSCH H. 2003. The elasticity of growth in pure and mixed stands of Norway spruce (*Picea abies* [L.] Karst.) and common beech (*Fagus sylvatica* L.). Journal of Forest Science 49: s. 491-501.
- SANIGA M., SANIGA MIR. 2004. Influence of stand structure on the occurrence of bird communities in the National Reserve Skalná Alpa in the Veľká Fatra Mts. Journal of Forest Science 50: s. 219-234.



- SANIGA, M., 1995: Štruktúra, vývoj a rastové procesy prírodného lesa Slaná Alpa. Ochrana prírody 13, Banská Bystrica, s. 251-262.
- SANIGA M. 2005. Štruktúra a regeneračné procesy smrekového pralesa NPR Zadná Poľana. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen, XLVII: s 169-180.
- SANIGA M., KLIMAŠ V. 2004. Štruktúra produkčné pomery a regenerácia pralesa Stučica v 4. lvs. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen, XLVI: s. 93-104.
- SANIGA M., SCHUTZ J. P. 2001: Dynamics of changes in dead wood share in selected beech virgin forests in Slovakia within their development cycle. Journal of Forest Science, 47, 12: s. 557-565.
- SANIGA M., SKLENÁR P. 2003. Štruktúra produkčné procesy a regeneračné procesy bukoveho pralesa v NPR Oblík. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen, XLV: s. 187-198.
- ŠMELKO Š. 2000. Dendrometria, Vysokoškolská učebnica, TU Zvolen: 118 s.
- TATARINOV F. A., CIENCIALA E. 2009. Long-term simulation of the effect of climate changes on the growth of main Central-European forest tree species, Ecol. Model. 220: s. 3081-3088.
- VESTENICKÝ K., VOLOŠČUK I. 1986. Veľká Fatra chránená krajinná oblasť. Bratislava: 378 s.
- VYSKOT M. (ed.). 1981. Československé pralesy, Praha, Academia: 362 s.
- ZHANG L., GOVE J. H., LIU C., LEAK W. B. 2001. A finite mixture of two Weibull distributions for modeling the diameter distributions of rotated-sigmoid, uneven-aged stands. Can. J. For. Res. 31: s. 1654-1659.
- ZRAK J., SANIGA M. 2010. Produkčné a rastové charakteristiky drevín v rastovom priestore pralesa NPR Sklaná Alpa. Acta Facultatis Forestalis, Zvolen 52, 1: s. 55-64.

#### **POĎAKOVANIE:**

Výskum bol vykonaný s finančnou podporou projektu VEGA 1/0128/09.

#### **Adresa autorov:**

*Ing. Jozef Zrak,  
Katedra pestovania lesa, Lesnícka fakulta,  
Technická univerzita vo Zvolene,  
T.G. Masaryka 24, 960 53 Zvolen  
Slovenská republika  
e-mail.: jozefzrak@gmail.com*

