

## VPLYV GRADIENTU NADMORSKEJ VÝŠKY NA PRODUKCIU JELŠE SIVEJ (*ALNUS INCANA* (L.) MOENCH.) V PODMIENKACH BUKOVSKÝCH VRCHOV

### INFLUENCE OF ALTITUDINAL GRADIENT ON PRODUCTIVE POTENTIAL OF GREY ALDER (*ALNUS INCANA* (L.) MOENCH.) IN THE BUKOVSKÉ VRCHY MTS., SLOVAKIA

MICHAL BUGALA - ZUZANA PAROBEKOVÁ ✉

Technická univerzita vo Zvolene, Lesnícka fakulta, Katedra pestovania lesa, T. G. Masaryka 24, SK - 960 53 Zvolen, Slovak Republic

✉ e-mail: parobekova@tuzvo.sk

#### ABSTRACT

The paper analyzes production and growth sensitivity of the grey alder (*Alnus incana* (L.) Moench.) population in the Cirocha River basin in the orographic unit Bukovské vrchy (Slovak Republic). Along the altitudinal gradient of the river basin eight permanent research plots were established at the altitude of 270–770 m a.s.l. Three canopy individuals (height category 1 and 2) on each plot were cored, in total 24 increment cores were obtained. According to the results of increment analysis, significant differences in the basal area increments (BAI) could be recognized among investigated altitudinal zones. The highest average basal area increment (BAI<sub>a</sub>) of all cored individuals in the plot ( $1026 \pm 452 \text{ mm}^2 \cdot \text{year}^{-1}$ ) was detected in the zone of 400 m a.s.l. From this altitudinal zone, the continuous decrease of average BAI<sub>a</sub> values was observed related to increasing or decreasing altitude. The average annual volume increment ( $i_v$ ) of the model grey alder stand created by 530 canopy individuals per hectare was  $4.18 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  per year. The analysis of growth sensitivity showed the low growth sensitivity level of the investigated alder populations to external signals.

**Kľúčové slová:** *Alnus incana*, produkčný potenciál, prírastok kruhovej základne, významné roky

**Key words:** *Alnus incana*, volume increment, radial increment, pointer year method

#### ÚVOD

Jelša sivá patrí k významným zložkám brehových porastov s veľkou regulačnou a retenčnou schopnosťou pri vysokých vodných stavoch, ale aj k dôležitým melioračným drevinám, ktoré priaznivo pôsobia na vlastnosti pôd, na ktorých rastú. Ako rýchlorastúca drevina má skrátenú životnosť. Dožíva sa 50–60 rokov, zriedkavo semenné jedince presahujú 120 rokov veku (PAGAN 1996). Táto životnosť jelše má vplyv na dĺžku vývojového cyklu prírodného lesa, ktorý je oproti iným typom prírodných lesov pomerne krátky a trvá len asi 60–100 rokov. Ako slnna drevina kontinentálnej klímy vytvára porasty s málo diferencovanou hrúbkovou a výškovou štruktúrou s vysokým zastúpením úrovňových jedincov, ktorý sa v závislosti od veku pohybuje v intervale 480–580 ks/ha (LUKÁČIK, BUGALA 2005).

Okrem biologických a ekologických aspektov sa zvýšená pozornosť začína venovať aj rastovým zákonitostiam a produkčným schopnostiam jelše s ohľadom na ich lepšie hospodárske využitie (LUKÁČIK 2002). Z hľadiska zachovania biologickej diverzity je však nevyhnutné venovať pozornosť aj menej kvalitným populáciám jelše, vyskytujúcich sa na extrémnych, často netypických stanovištiach (LUKÁČIK, BUGALA 2005; KUNEŠ et al. 2012, 2014).

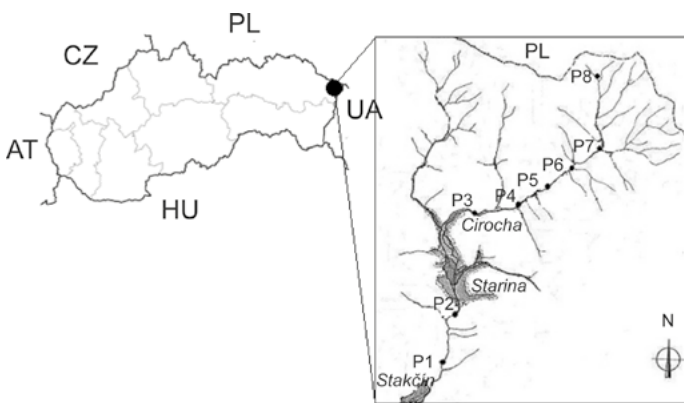
Štruktúra a rastové vlastnosti porastov sa neustále menia spolu s diverzifikovanými podmienkami stanovišta a pri ich štúdiu je potrebné meniacu sa dynamiku neustále sledovať. Riešením môžu byť v niektorých prípadoch dendrochronologické štúdie, ktoré umožňujú do istej miery popísať porastovú dynamiku v minulosti pomocou merania širok letokruhov a ďalších parametrov prírastku (SCHWEIN-GRUBER 1996). Touto problematikou sa pri rôznych druhoch drevín zaoberá veľké množstvo dendrochronologických štúdií, napr. vplyvom teploty ovzdušia na dynamiku radiálneho prírastku (SANDER et al. 1995), vplyv meniacej sa klímy a gradientu nadmorskej výšky (NORTON 1984; LINGG 1986), prípadne hodnotia dynamiku radiálneho prírastku v závislosti od vplyvu komplexu vonkajších (stresových) faktorov (KUCBEL et al. 2009) atď. Pri druhoch rodu *Alnus* sa však poznatky z tejto oblasti v odbornej literatúre nachádzajú len zriedka (DOUDA et al. 2009; RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ et al. 2010).

Predkladaná práca je súčasťou dlhodobého výskumu prirodzených populácií jelše lepkavej a jelše sivej na Slovensku a jej cieľom bolo na základe vybraných dendrochronologických metód posúdiť produkčný potenciál porastov jelše sivej vo vybranej oblasti Bukovských vrchov.

## MATERIÁL A METODIKA

Materiál pre predkladanú prácu bol získaný z 8 trvalých výskumných plôch v povodí rieky Cirochy v orografickom celku Bukovské vrchy. Priemerná ročná teplota ovzdušia je 5 °C, vo vyšších polohách 4 °C. Počet letných dní je 20–40. Počet dní s priemernou teplotou ovzdušia 10 °C a viac je 140–160. Zrážkový úhrn vo vegetačnom období je 350–500 mm. Zrážkový úhrn v zimnom období je 250–300 mm. Počet dní so snehovou prikrývkou je 60–100 dní. Dominantnou skupinou lesných typov v skúmanej časti povodia rieky Cirochy, resp. bezprostrednej blízkosti vodného toku je *Alnetum incanae* a *Fraxineto-Alnetum*, materskú horninu tvorí alúvium hlinité, prípadne štrkovité. Prevládajúcim pôdnym typom sú typologicky nevyvinuté nívne a glejové pôdy. Hlavnou porastotvornou drevinou je jelša sivá (*Alnus incana* (L.) Moench.), v hornej časti toku pristupuje jaseň štíhly (*Fraxinus excelsior* (L.)), v dolnej časti toku najmä vrbá krehká (*Salix fragilis* (L.)) a jelša lepkavá (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.).

Zber materiálu určeného pre analýzu sa uskutočnil v roku 2013 pred začatím vegetačného obdobia. Výberový súbor kruhových trvalých výskumných plôch (TVP) bol navrhnutý tak, aby bolo pokryté celé povodie rieky Cirochy s dominantným výskytom prirodzených populácií jelše sivej (obr. 1). TVP mali výmeru 150 m<sup>2</sup> s polomerom



Obr. 1.

Umiestnenie výskumných plôch pozdĺž povodia horného toku rieky Cirochy

Fig. 1.

Situation of 8 permanent research plots along the altitudinal gradient of the Cirocha River basin

7,5 m a boli zakladané v závislosti od šírky štrkového alúvia vo vzdialenosti stredu plochy 12–14 m od brehu vodného toku. Vzhľadom na vertikálny gradient nadmorskej výšky tohto povodia a výskyt prirodzených populácií jelše sivej v nadmorskej výške 270–770 m n. m. sme pre odber materiálu zvolili krok  $\Delta$  20–50 m n. m. Týmto spôsobom bol pozdĺž povodia odobraný materiál z celkovo siedmich plôch – P1–P7. Trvalá výskumná plocha P8 v nadmorskej výške 770 m zachytáva horný tok rieky a zároveň najvyššie položenú populáciu jelše sivej na východnom Slovensku. Z týchto dôvodov bola zaradená do série TVP aj keď jej nadmorská výška nezodpovedá zvolenému kroku. Na TVP bola zisťovaná hrúbka stromov vo výške 1,3 m ( $d_{1,3}$ ) a výška stromov ( $h$ ) pre všetky jedince s  $d_{1,3} > 8$  cm. Zároveň bol zisťovaný počet stromov v prepočte na hektár ( $N$ ). Pre odber vývrvtov boli na každej ploche vybrané tri úrovňové jedince. Vývrvtvy boli odoberané vo výške  $d_{1,3}$  pomocou Presslerovho neboziaca v dvoch na seba kolmých smeroch. Odobraté vývrvtvy boli spracované

použitím metodiky COOK, KAIRIUKSTIS (1992). Nakoľko vek mnohých jedincov nepresiahol 50 rokov, na krížové datovanie jednotlivých letokruhových sérií bola použitá metóda Skeletonových diagramov (CROPPER 1979), pre stanovenie miery podobnosti časových radov neparametrický tzv. *Gleichlaufigkeit* (GI) sign test (KAENNEL, SCHWEINGRUBER 1995). Pre odstránenie biologického trendu ako aj konštrukciu štandardnej a reziduálnej chronológie sme použili program ARSTAN ver. 41 (COOK 1985).

Na odstránenie variability rastu vplyvom rozdielnej hrúbky bol pre každého jedinca vypočítaný prírastok na kruhovej základni tzv. *BAI* index (PHIPPS, WHITON 1988).

$$r_t = r_{(t-1)} + w_t$$

$$BAI_t = \pi(r_t^2 - r_{(t-1)}^2),$$

pričom  $t$  je vek stromu,  $r_t$  predstavuje polomer stromu vo veku  $t$  a  $w_t$  predstavuje šírku letokruhu v  $t$ -tom roku.  $BAI_t$  predstavuje ročný prírastok jedinca vo veku  $t$ .

Zo všetkých hodnôt  $BAI_t$  v poraste bola získaná priemerná hodnota ročného prírastku na kruhovej základni jedincov porastu  $BAI_a$  a hodnota jeho smerodajnej odchýlky ( $s_x$ ). Pre výpočet priemerného prírastku celého porastu ( $BAI_s$ ) bolo uvažovaných 530 úrovňových jedincov (stromová trieda 1 a 2) na hektár. Táto hodnota predstavuje priemernú početnosť stromov na TVP, ktorá sa pohybovala v rozmedzí 500–560 ks.ha<sup>-1</sup>. Pre výpočet priemerného ročného objemového prírastku porastu ( $i_v$ ) bola hodnota priemerného ročného prírastku porastu na kruhovej základni ( $BAI_s$ ) vynásobená priemernou výškou jedincov na konkrétnej ploche a redukovaná nepravou výtvarnicou ( $f_{1,3}$ ), ktorá ma pre jelše v danej lokalite hodnotu 0,44.

Rozdiely v biometrických veličinách na jednotlivých plochách boli testované jednofaktorovou analýzou variancie, a následne bol vykonaný Duncanov test.

Homogenita, resp. vyrovnanosť prírastkov ( $P_j$ ) bola hodnotená použitím tzv. Pointer years metódy významných rokov (SCHWEINGRUBER 1996). Uvedená miera charakterizuje ako citlivo reaguje rast analyzovaných jedincov na vonkajšie podnety.

$$P_j = \frac{w_t - \frac{w(t-2;t+2)}{5}}{s_x(t-2;t+2)},$$

kde  $w_t$  - šírka letokruhu v  $t$ -om roku,  $s_x$  - smerodajná odchýlka hodnôt širok letokruhov v zvolenom období (v tomto prípade 5 rokov). Konkrétny rok je považovaný za významný, ak je vypočítaná hodnota vyššia ako 1, resp. nižšia ako -1.

## VÝSLEDKY

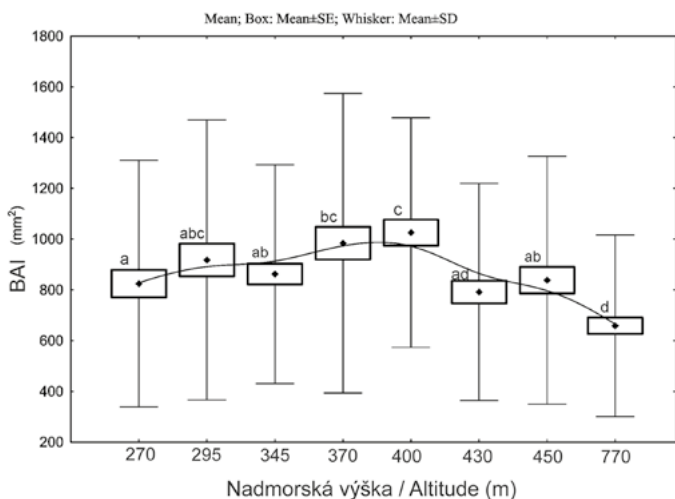
Základné biometrické charakteristiky analyzovaných jedincov sú uvedené v tab. 1. Jelše vytvárali homogénne jednovrstvové porasty vo veku 30–40 rokov. Priemerná hrúbka skúmaných jelší sa pohybovala v intervale od 18,8 cm do 35,1 cm, výška týchto jedincov bola značne vyrovnanejšia, a to od 12,8 m do 23,4 m. Priemerná nameraná hodnota šírky ročného letokruhu bez ohľadu na TVP bola 3,05 mm. Zaujímavou z pohľadu produkčných možností je šírka letokruhu 12,9 mm, ktorá bola zaznamenaná na ploche P5. Na tejto ploche bola zároveň zistená i najvyššia priemerná hodnota šírky ročného kruhu 3,54±2,17 mm.

Z hľadiska vplyvu hrúbky jedinca na posúdenie prírastkových možností sa ukazuje vhodnejšie porovnávanie tzv. *BAI* hodnôt, resp. prírastkov na kruhovej základni jedinca, alebo porastu. Z tohto pohľadu sme navzájom porovnávali všetkých osem plôch, pričom cieľom samotného testovania bolo odhaliť trend vývoja *BAI* prírastku pozdĺž gradientu nadmorskej výšky.

Výsledky jednofaktorovej analýzy variancie potvrdili štatisticky významný vplyv nadmorskej výšky na dynamiku hrúbkového prírastku. Môžeme konštatovať, že najvyšší prírastok kruhovej základne bol pozorovaný na jedincoch nachádzajúcich sa v rozpätí nadmorskej výšky od 370 do 400 m n. m., konkrétne išlo o plochu P4, kde bol zaznamenaný BAI prírastok na úrovni  $984,0 \pm 591 \text{ mm}^2 \cdot \text{rok}^{-1}$  a plochu P5, kde sme namerali celkovo najvyšší BAI prírastok spomedzi všetkých plôch, a to  $1025,6 \pm 452 \text{ mm}^2 \cdot \text{rok}^{-1}$  (obr. 2). Naopak najnižší BAI prírastok ( $658,6 \pm 358 \text{ mm}^2 \cdot \text{rok}^{-1}$ ) bol zaznamenaný na ploche P8 v nadmorskej výške 770 m n. m. Treba však poznamenať, že ide o plochu

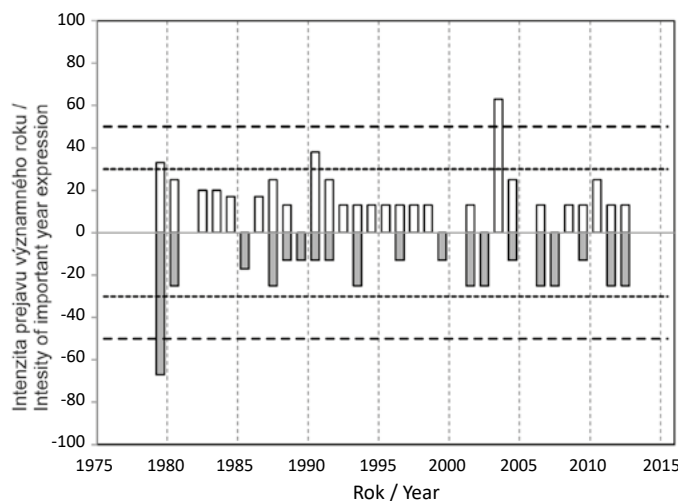
s najvyšším zaznamenaným výskytom prirodzených populácií jelše sivej v oblasti Východných Karpát. Celkovo môže byť priebeh BAI ročného prírastku charakterizovaný krivkou, ktorá v počiatočnom štádiu vykazuje pozitívny, stúpajúci trend s kulmináciou v nadmorskej výške 400 m n. m. a následným pozvoľným poklesom, pričom v tomto úseku je zrejмый negatívny vplyv stúpajúcej nadmorskej výšky na radiálny prírastok analyzovaných jedincov.

Po prepočte jednotlivých hodnôt BAIa prírastkov na hektárové hodnoty pre modelový porast tvorený 530 úrovňovými jedincami je uvedený trend zmeny kruhovej základne zachovaný. Po prepočte BAI



**Obr. 2.** Hodnoty prírastku na kruhovej základni (BAIa) jedincov jelše sivej v závislosti od nadmorskej výšky; písmena a, b, c, d prezentujú výsledky Duncanovho testu; rôzne písmena predstavujú štatistický významný rozdiel ( $p < 0,001$ )

**Fig. 2.** Average basal area increments of the grey alder according to the altitudinal zones; letters a, b, c and d represent dissimilarity between plots according to Duncan test ( $p < 0.001$ )



**Obr. 3.** Znázornenie citlivosti rastu analyzovaných jedincov jelše sivej na vonkajšie podnety prostredia

**Fig. 3.** Grey alder growth sensitivity to external signals

**Tab. 1.** Základné biometrické charakteristiky jedincov jelše sivej podľa jednotlivých plôch  
Biometric characteristics of the grey alder individuals

	Nadm. výška/ Altitude (m)	Vek/Age	$d_{1,3}$ (cm)	$h$ (m)	$w_r \pm sx$ (mm)	$w_{r,max}$ (mm)	$BAIa \pm sx$ ( $\text{mm}^2 \cdot \text{rok}^{-1}$ )	$BAIs$ ( $\text{m}^2 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ )	$i_v$ ( $\text{m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ )
P1	270	30	21,6	17,5	$3,12 \pm 1,88$	8,53	$824,5 \pm 486$	0,44	3,36
P2	295	30	21,5	18,2	$3,44 \pm 2,25$	10,75	$918,0 \pm 552$	0,49	3,91
P3	345	40	22,1	19,3	$2,72 \pm 1,24$	5,66	$862,3 \pm 431$	0,46	3,88
P4	370	30	22,5	19,9	$3,31 \pm 2,48$	9,88	$984,0 \pm 591$	0,52	4,56
P5	400	30	23,2	21,9	$3,54 \pm 2,17$	12,89	$1025,6 \pm 452$	0,54	5,25
P6	430	35	19,8	18,7	$2,86 \pm 1,45$	8,72	$791,5 \pm 428$	0,42	3,45
P7	450	40	19,4	18,3	$3,13 \pm 1,31$	5,59	$838,2 \pm 489$	0,54	4,33
P8	770	35	18,2	14,0	$2,36 \pm 0,82$	4,03	$658,6 \pm 358$	0,41	2,53

$d_{1,3}$  – priemerná hrúbka jedincov na ploche vo výške 1,3 m/average breast height diameter;  $h$  – priemerná výška jedincov na ploche/average tree height;  $w_r$  – priemerná šírka letokruhu/average tree ring width;  $w_{r,max}$  – maximálna zaznamenaná šírka letokruhu/maximal tree ring width; BAIa – priemerný prírastok na kruhovej základni jedinca/average basal area increment; BAIs – priemerný prírastok na kruhovej základni porastu/average stand basal area increment;  $i_v$  – priemerný prírastok na zásobe porastu/average stand volume increment

hodnôt na zásobu porastu prostredníctvom priemernej výšky jedincov na jednotlivých plochách môžeme konštatovať, že priemerný prírastok na zásobe porastu jelše sivej predstavuje  $4,18 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , pričom hodnota tohto produkčného ukazovateľa klesá pod úroveň  $4 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$  len na plochách P1, P6 a P8 v nadmorských výškach 270 m, 430 m a 770 m n. m.. Zrejma je výrazná kulminácia objemového prírastku jelše sivej na ploche P5 v nadmorskej výške 400 m n. m. ( $5,61 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ).

Citlivosť rastu analyzovaných jedincov jelše sivej v hornej časti povodia rieky Cirochy je znázornená na obr. 3. Po prepočte prírastkových rázov, respektíve depresii je zrejme, že skúmané jedince majú pomerne nízku mieru citlivosti na vonkajšie podnety. Priemerná intenzita prejavu pozitívnych prírastkových rázov bola 14,03 %, negatívnych 11,44 %. Skúmané jedince vykazovali tendenciu reakcie na vonkajšie podnety iba v jednom pozitívnom a jednom negatívnom prípade. V roku 2003 došlo k výraznému nárastu šírky letokruhov, kedy viac ako 50 % jedincov vykázalo pozitívnu reakciu zvýšením radiálneho prírastku. Signifikantný pokles šírky letokruhu ako negatívna reakcia na vonkajší podnet bola zaznamenaná rovnako iba v jednom roku (1979). Pri uvažovaní 30% intenzity prejavu významného roku bola zaznamenaná pozitívna reakcia v troch prípadoch (rokoch) a negatívna iba v jednom prípade.

## DISKUSIA

Z hodnotenia základných biometrických charakteristík analyzovaných jedincov možno konštatovať, že jelša sivá vytvára v sledovanej oblasti druhovo, hrúbkovo a výškovo pomerne homogénne porasty. Priemerná hrúbka skúmaných jedincov sa na plochách pohybovala v intervale 18,8–35,1 cm a ich výška od 12,8 m do 23,4 m. Početnosť jedincov tiež varíovala len v úzkom intervale 500–560 ks. ha<sup>-1</sup>. Nízka hrúbková a výšková diferenciácia jelšových porastov bola zistená aj v oblasti Kremnických vrchov pri hodnotení štruktúrálnej diverzity pomocou štruktúrálnych indexov (BUGALA, PITTNER 2010). K podobným výsledkom pri hodnotení výškovej a hrúbkovej rozrôznosti prirodzených populácií rodu *Alnus* v iných oblastiach Slovenska dospeli aj LUKÁČIK (1999), LUKÁČIK, BUGALA (2005) a v NPR Jurský Šúr i KORPEL (1989), ktorý uvádza, že vo všetkých porastoch tejto rezervácie prevláda jednovrstvová, výškovo málo diferencovaná výstavba.

Pri sledovaní šírky letokruhov a najmä trendu vývoja *BAI*a prírastku pozdĺž gradientu nadmorskej výšky je zrejme, že prírastok na kruhovej základni porastu od počiatočnej hodnoty  $824,5 \pm 486 \text{ mm}^2 \cdot \text{rok}^{-1}$  v nadmorskej výške 270 m stúpa až do nadmorskej výšky 400 m kde kulminuje ( $1025,6 \pm 452 \text{ mm}^2 \cdot \text{rok}^{-1}$ ). Následne pozvoľna klesá po nadmorskú výšku 770 m ( $658,6 \pm 358 \text{ mm}^2 \cdot \text{rok}^{-1}$ ). Na základe získaných výsledkov možno konštatovať, že produkčné optimum porastov jelše sivej v skúmanom povodí sa nachádza v nadmorských výškach 370–400 m n. m. Túto skutočnosť potvrdzujú i výsledky kalkulácií jednotlivých hodnôt prírastkov na kruhovej ploche na hektárové hodnoty pre modelový porast tvorený 530 úrovňovými jedincami. Po prepočte *BAI*s hodnôt na hodnoty prírastku na zásobe porastu jednotlivých plôch sme zistili, že priemerný prírastok na zásobe porastov hodnoteného taxónu je  $3,91 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Zrejma je predovšetkým výrazná prírastková kulminácia jedincov na ploche P5 v nadmorskej výške 400 m n. m. na úrovni  $5,25 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , ktorá sa však nevyrovná hodnotám iných významných hospodárskych drevín v ich produkčnom optime. Podobné hodnoty objemového prírastku jelše sivej ( $4,52$ – $5,53 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ) boli zistené aj v Krkonošskom národnom parku (VACEK et al. 2016).

Pri porovnaní produkčného potenciálu podobného taxónu – jelše lepkavej – na ôsmich výskumných plochách v podmienkach Kremnických vrchov konštatuje BALANDA et al. (2012), že priemerný ročný prírastok na zásobe modelového porastu tvoreného 220 úrovňovými

jedincami jelše lepkavej predstavuje  $5,50 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ , pričom hodnota uvedeného produkčného ukazovateľa ani na jednej ploche neklesá pod úroveň  $5 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ . Výrazná prírastková kulminácia jelše lepkavej bola zaznamenaná v nadmorskej výške 375 m n. m. ( $9,7 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$ ).

Z hodnotenia miery citlivosti prírastku na vonkajšie podnety je zrejma nízka citlivosť hodnôt širok letokruhov na vonkajšie faktory prostredia (úhrn zrážok vo vegetačnom období, priemerná teplota ovzdušia). Signifikantný nárast šírky letokruhu (pozitívna reakcia na vonkajší podnet) a pokles šírky letokruhu (negatívna reakcia na vonkajší podnet) boli zaznamenané zhodne iba po jedinom roku, kedy viac ako 50 % jedincov vykázalo reakciu zvýšením, resp. znížením radiálneho prírastku. Pozitívna reakcia jelše bola zaznamenaná v teplom a suchom roku 2003 a negatívna reakcia v nadmerne vlhkom roku 1979. Aj VACEK et al. (2016) zaznamenal pozitívny efekt teploty na radiálny rast jelše sivej a zároveň negatívny vplyv zrážok. Je zrejme, že jedince jelše sivej dokážu eliminovať negatívny dopad sucha predovšetkým dostatočnou zásobou podzemnej vody. Vysoký úhrn zrážok spolu s vysokou hladinou spodnej vody však môžu na túto drevinu pôsobiť už negatívne až stresujúco, čo sa prejavuje napríklad aj u výrazne vlhkomilnejšej dreviny jelše lepkavej (DOUDA et al. 2009). Podobne pri jelši lepkavej v oblasti Kremnických vrchov uvádza BALANDA et al. (2012) nízku citlivosť hodnôt širok letokruhov na vonkajšie faktory prostredia, pričom signifikantný nárast šírky letokruhu bol zaznamenaný v iba troch rokoch a pokles šírky letokruhu iba v dvoch rokoch (viac ako 50 % jedincov vykázalo reakciu zvýšením, resp. znížením radiálneho prírastku). Viacero dendroklimatických štúdií poukázalo na relatívne slabý vzťah medzi ročným rastom stromov a klímou (teplota ovzdušia, zrážky) na vlhkých stanovištiach (LINDERHOLM 1999; LINDERHOLM, LEINE 2004; DOUDA et al. 2009). Na dynamiku prírastku však pravdepodobne vplývajú iné meniace sa vonkajšie faktory. Napr. JANČARIK (1993), LAGANIS et al. (2008) a DOUDA et al. (2009) zhodne uvádzajú medzi faktormi podmieňujúcimi odolnosť jelšových porastov najmä výrazné výkyvy prietokov vodných tokov a KŇAZOVICKÝ (1961) výšku hladiny podzemnej vody, ktorá ovplyvňuje hĺbku a intenzitu prekorenenia, ale i napr. vzájomné kompetičné vzťahy medzi jedincami a p.

## ZÁVER

Poznatky získané z rozboru rastových vlastností prirodzených populácií jelše sivej v oblasti Bukovských vrchov poukázali na rozdielnosť produkčného potenciálu v závislosti na stúpajúcej nadmorskej výške. Produkčné optimum je pre túto drevinu v danej oblasti situované do nadmorskej výšky 370–400 m n. m., hoci sa ani tam jej produkcia nevyrovná produkcii iných hospodársky významnejších drevín. Z dlhodobého hľadiska je však zaujímavá nízka citlivosť hodnôt širok letokruhov na faktory prostredia, čo sa v postupujúcich klimatických zmenách (vysoké teploty a deficit zrážok vo vegetačnom období) javí ako výhodné.

Získané informácie sú významné z hľadiska lepšieho poznania rastových vlastností a ekológie predmetného taxónu, ako aj z hľadiska praktického uplatňovania jednotlivých populácií jelše sivej v lesnom hospodárstve.

### Podakovanie:

Táto práca vznikla vďaka finančnej podpore výskumných grantov VEGA 1/0040/15 a VEGA 1/0521/13.

## LITERATÚRA

- BALANDA M., BUGALA M., LUKÁČIK I. 2012. Productive potential of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) in the Kremnica Mountains. *Acta Pruhoniana*, 102: 25–29.
- BUGALA M., PITTNER J. 2010. Analýza štruktúrálnej diverzity porastov jelše lepkavej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) na území VŠLP TU vo Zvolene. *Acta Facultatis Forestalis Zvolen*, 52 (1): 43–54.
- COOK E.R. 1985. A time-series analysis approach to tree ring standardization. Ph.D. Dissertation. Tucson, University of Arizona: 171 s.
- COOK E.R., KAIRIUKSTIS L.A. (eds.) 1992. *Methods of dendrochronology: applications in the environmental sciences*. Dordrecht, Kluwer: 394 s.
- CROPPER J. P. 1979. Tree-ring skeleton plotting by computer. *Tree-Ring Bulletin*, 39: 47–59.
- DOUDA J., ČEJKOVÁ A., DOUDA K., KOCHÁNKOVÁ J. 2009. Development of alder carr after the abandonment of wet grasslands during the last 70 years. *Annals of Forest Science*, 66: 712. DOI: 10.1051/forest/2009065
- JANČAŘÍK V. 1993. Usychání olší. *Lesnická práce*, 72: 14–16.
- KAENNEL M., SCHWEINGRUBER F.H. 1995. Multilingual glossary of dendrochronology. Terms and definitions in English, German, French, Spanish, Italian, Portuguese and Russian. Birmensdorf, Swiss Federal Institute for Forest, Snow and Landscape Research: 467 s.
- KŇAZOVICKÝ L. 1961. Význam brehových porastov. Vedecké práce Výskumného ústavu lesníckych meliorácií, Banská Štiavnica: 93–148.
- KORPEL Š. 1989. *Pralesy Slovenska*. Bratislava, Veda: 328 s.
- KUCBEL S., VENCURIK J., JALOVIAR P., BEREŠÍK A. 2009. Radial growth dynamics of Norway spruce in Kysucké Beskydy Mts. *Beskydy*, 2 (2): 141–148.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., KOŇASOVÁ T., ZAHRADNÍK D., BALCAR V., ŠPULÁK O., KACÁLEK D., JAKL M., JAKLOVÁ DYTRTOVÁ J. 2012. Cultivation of speckled alder under harsh mountain conditions. *Journal of Forest Science*, 58 (5): 234–244.
- KUNEŠ I., BALÁŠ M., KOŇASOVÁ T., ŠPULÁK O., BALCAR V., BEDNÁŘOVÁ MILLEROVÁ K., KACÁLEK D., JAKL M., ZAHRADNÍK D., VÍTAMVÁS J., ŠŤASTNÁ J., JAKLOVÁ DYTRTOVÁ J. 2014. Biomass of speckled alder on an air-polluted mountain site and its response to fertilisation. *Environmental Management*, 54: 1421–1433. DOI: 10.1007/s00267-014-0359-y
- LAGANIS J., PEČKOV A., DEBELJAK M. 2008. Modelling radial growth increment of black alder (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) tree. *Ecological Modelling*, 215: 180–189. DOI: 10.1016/j.ecolmodel.2008.02.018
- LINDERHOLM H.W. 1999. Climatic and anthropogenic influences on radial growth of Scots pine at Hanvedsmossen, a raised peat bog, in south central Sweden. *Geografiska Annaler, Series A*, 81 (1): 75–86. DOI: 10.1111/j.0435-3676.1999.00050.x
- LINDERHOLM H.W., LEINE M. 2004. Assessing twentieth century tree-cover changes on a southern Swedish peatland combining dendrochronological and remote sensing methods. *Wetlands*, 24: 357–363.
- LINGG W. 1986. *Dendroökologische Studien an Nadelbäumen in Alpinen Trockental Wallis (Schweiz)*. Birmensdorf, Eidgenössische Anstalt für das forstliche Versuchswesen: 81 s. Berichte, 287.
- LUKÁČIK I. 1999. Premenlivosť a zdravotný stav prirodzených populácií jelše lepkavej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) v oblasti Podunajskej nížiny. *Acta Facultatis Forestalis Zvolen*, 41: 67–79.
- LUKÁČIK I. 2002. Biodiverzita, rastová charakteristika a kvalita porastov jelše lepkavej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) v regióne Zvolen – Banská Bystrica. In: *Biodiverzita a vegetačné štruktúry v sídelnom regióne Zvolen – Banská Bystrica*. Banská Bystrica, Partner z. p., 103–108.
- LUKÁČIK I., BUGALA M. 2005. Premenlivosť, rastová charakteristika a ekológia jelše lepkavej (*Alnus glutinosa* (L.) Gaertn.) a jelše sivej (*Alnus incana* (L.) Moench.) na Slovensku. *Vedecké štúdie* 13/2004/A. Zvolen, Technická univerzita: 68 s.
- NORTON D.A. 1984. Phenological growth characteristics of *Nothofagus solandri* trees at three altitudes in the Craigieburn Range, New Zealand. *New Zealand Journal of Botany*, 22, 413–424.
- PAGAN J. 1996. *Lesnícka dendrológia*. Zvolen, Technická univerzita: 378 s.
- PHIPPS R.L., WHITON J.C. 1988. Decline in long-term growth trends of white oak. *Canadian Journal of Forest Research*, 18: 24–32.
- RODRÍGUEZ-GONZÁLEZ P.M., STELLA J.C., CAMPELO F., FERREIRA M. T., ALBUQUERQUE A. 2010. Subsidy or stress? Tree structure and growth in wetland forests along a hydrological gradient in Southern Europe. *Forest Ecology and Management*, 259: 2015–2025. DOI: 10.1016/j.foreco.2010.02.012
- SANDER C., ECKSTEIN D., KYNCL J., DOBRÝ J. 1995. The growth of spruce (*Picea abies* (L.) Karst.) in the Krkonoše-(Giant) Mountains as indicated by a ring width and wood density. *Annales des Sciences Forestières*, 52: 401–410. DOI: 10.1051/forest:19950501
- SCHWEINGRUBER F.H. 1996. *Tree rings and environment dendroecology*. Berne, Haupt: 609 s.
- VACEK Z., VACEK S., PODRÁZSKÝ V., KRÁL J., BULUŠEK D., PUTALOVÁ T., BALÁŠ M., KALOUSKOVÁ I., SCHWARZ O. 2016. Structural diversity and production of alder stands on former agricultural land at high altitudes. *Dendrobiology*, 75: 31–44.

## INFLUENCE OF ALTITUDINAL GRADIENT ON PRODUCTIVE POTENTIAL OF GREY ALDER (*ALNUS INCANA* (L.) MOENCH) IN THE BUKOVSKÉ VRCHY MTS., SLOVAKIA

### SUMMARY

From the ecological perspective, the grey alder (*Alnus incana*) is very important component of streamside stands. Recently, greater attention has been also paid to its growth pattern and productive potential. The paper analyzes productive potential and growth sensitivity of the grey alder population situated in the Cirocha River basin, in the orographic unit Bukovské vrchy (Slovakia) (Fig. 1).

Along the altitudinal gradient of the river basin, eight permanent research plots were established, the altitudinal step of 20–50 m a.s.l. was followed. Three canopy individuals (height category 1 and 2) on each plot were cored, in total 24 increment cores were obtained. The increment cores were worked according to the method of COOK, KAIRIUKSTIS (1992), and ring-width series were cross-dated by Skeleton plotting technique (CROPPER 1979). Basal area increment (*BAI*) was calculated for all individuals in each stand and consequently *BAI<sub>a</sub>* values were tested by Duncan test (PHILIPPS, WHITON 1988). Radial increments homogeneity (growth sensitivity of individuals to external signals) was evaluated by so-called “pointer year’s method” (SCHWEINGRUBER 1996).

According to the results of incremental analysis, significant differences in *BAI<sub>a</sub>* could be recognized among investigated altitudinal zones. The highest average *BAI<sub>a</sub>* ( $1026 \pm 452 \text{ mm}^2$ ) was detected in the zone of 400 m a.s.l. (Fig. 2). From this altitudinal zone, the continuous decrease of *BAI<sub>a</sub>* values was observed related to increasing or decreasing altitude. The average annual volume increment ( $i_v$ ) of the model grey alder stands created by 530 canopy individuals was  $3.91 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  per year. In the zone of 400 m a.s.l. the grey alder also achieved the highest value of  $i_v$   $5.25 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$  per year (Tab. 1). The analysis of the growth sensitivity to external conditions (precipitations, groundwater level and temperature) showed the low growth sensitivity level of the investigated alder populations to external signals (Fig. 3). Just one significantly positive and one negative reaction were recorded, when more than 50 % individuals showed increased or reduced radial increment.

Fusion of new information about ecology, growth and production of alder populations are important for their better applicability and efficiency in forest management.

Zasláno/Received: 14. 03. 2016

Přijato do tisku/Accepted: 02. 05. 2016