

## APLIKÁCIA BDQ METÓDY PRI MODELOVANÍ OPTIMÁLNEJ ŠTRUKTÚRY A ŤAŽBY VO VÝBERKOVOM LESE

### APPLICATION OF BDQ METHOD FOR MODELING OF TARGET STRUCTURE AND HARVEST IN SELECTION FOREST

Jaroslav Vencurik<sup>1</sup>, Natália Tarageľová<sup>1</sup>, Anna Petrová<sup>1</sup>,  
Ján Pittner<sup>1</sup>, Stanislav Kucbel<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Katedra pestovania lesa, Lesnícka fakulta, Technická univerzita vo Zvolene, Masarykova 24, 960 01 Zvolen, Slovensko

#### Abstrakt

Príspevok sa zaoberá problematikou odvodenia modelu optimálnej štruktúry a výšky ťažby pre trvalo rôznoveké lesy pomocou tzv. BDq metódy. Táto metóda je v stredoeurópskom priestore ešte stále pomerne málo známa. Princíp stanovenia počtu stromov v jednotlivých hrúbkových stupňoch tu vychádza z modelovej kruhovej základne, cieľovej hrúbky a kvocientu medzi susediacimi hrúbkovými stupňami. Príspevok teoreticky popisuje jednotlivé kroky metódy smerujúce k tvorbe modelu. Okrem toho je BDq metóda využitá aj v názornom príklade modelovania štruktúry smrekovo-jedľového horského porastu v prebudove na výberkový les. Na základe dostupných údajov boli stanovené tieto konkrétne parametre modelu zmiešaného horského lesa – kruhová základňa  $34 \text{ m}^2 \text{ ha}^{-1}$ , cieľová hrúbka 74 cm a kvocient 1,31.

Kľúčové slová: BDq metóda, výberkový les, prírode blízke pestovanie, jedľa biela, smrek obyčajný

#### Abstract

The study presents the application of BDq method for the development of target structure model and the harvest planning in permanently uneven-aged forests. This method is still relatively less known in the Central European forestry practice. The target diameter distribution is derived according to target basal area, target diameter and the quotient between successive diameter classes. The study describes the theoretical background of the method and shows its application for the modeling of structure in a spruce-fir mountain stand in transformation to the selection forest. Based on the site and stand characteristics we proposed following input parameters for the model of a mixed mountain forest – basal area  $34 \text{ m}^2/\text{ha}$ , target diameter 74 cm and quotient 1,31.

Keywords: BDq method, selection forest, close-to-nature silviculture, silver fir, Norway spruce

## 1 ÚVOD

Vyrovnaná produkcia výberkového lesa v dlhodobom časovom horizonte je podmienená trvalou výberkovou štruktúrou. Nevyhnutným predpokladom pre jej formovanie je vytvorenie teoretického modelu, ktorý bude vzorom pre následné obhospodarovanie porastu. Bez konkrétnej predstavy základných parametrov výberkového lesa nemá pestovateľ istotu pri plánovaní a realizácii pestovných zásahov. Celá jeho činnosť je tak zaťažená značnou mierou subjektivity. Už v minulosti si viacerí obhospodarovatelia lesov (Borel, 1929, Schaeffer *et al.*, 1930) všimli, že pokles početností stromov v jednotlivých hrúbkových stupňoch má vo výberkovom lese exponenciálny priebeh (tzv. Liocourtov zákon; de Liocourt, 1898).

Takéto rozdelenie početností stromov po hrúbkových stupňoch vytvára abstraktný model rovnovážneho stavu výberkového lesa. Keďže najtenšie stromy vo výberkovom lese rastú v silnom zatienení, pričom sú často vystavené aj bočnej konkurencii rovnako vysokých susedov je ich hrúbkový prírastok v porovnaní so stromami vyšších vrstiev porastu významne menší (Duc, 2002; Vencurik, Kuchel, 2008). Preto so zmenšujúcou sa výškou potrebujú stromy proporcionálne viac času na to, aby dorástli do nasledujúceho hrúbkového stupňa. Optimálna krivka tak musí mať exponenciálny tvar, ktorý v logaritmickom zobrazení kopíruje otočenú S-krivku (Schütz, 2001; Nyland, 2007). V každom hrúbkovom stupni sa pritom musí nachádzať toľko stromov, aby v určitom čase dokázali plne nahradiť úbytok spôsobený ich odrastaním do vyšších hrúbkových stupňov, prirodzenou mortalitou alebo realizáciou výberkového rubu. Priebeh krivky závisí od cieľovej hrúbky a od nej odvodenéj optimálnej porastovej zásoby (Schütz, 2002). Tá sa v smrekovo-jedľovo-bukových výberkových lesoch pohybuje zväčša v rozmedzí 350 až 600 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> (Saniga, Szanyi, 1998; Schütz, 2002; Klopčič, Boncina, 2010; Diaci, Firm, 2011). Určenie cieľovej hrúbky stromov a výšky optimálnej zásoby porastu sa odvíja predovšetkým od jeho drevinovej skladby a produkčných schopností stanovišťa. Výška optimálnej zásoby porastu musí byť pritom nastavená tak, aby umožňovala plynulý priebeh prirodzenej obnovy drevín. V dôsledku značnej dynamiky formovania porastovej štruktúry vplyvom autoregulačných procesov je takto odvodený matematický model v prírode a v reálnom čase pomerne ťažko dosiahnuteľný. Aj pri zámernom usmerňovaní výberkovej štruktúry sa k nemu dá len krátkodobo priblížiť. Už v rámci časového intervalu medzi dvoma výberkovými rubmi dochádza k istej odchýlke reálneho stavu od tohto modelu. Napriek tomu je však jeho vytvorenie nanajvýš potrebné (Schütz, 2001a).

Cieľom predloženého príspevku bolo predstavenie BDq metódy a jej aplikácia pri vytváraní modelu výberkového lesa.

## 2 MATERIÁL A METODY

Objektom výskumu bol horský smrekovo-jedľový (bukový) porast v prebudove na výberkový les. Porast s výmerou 3,98 ha je súčasťou demonštračného objektu Pro Silva Donovaly-Mistriky, ktorý je lokalizovaný v juhovýchodnej časti orografického celku Nízke Tatry na Slovensku (48°52'S, 19°14'E). Nachádza sa v nadmorskej výške 880–950 m n. m. Priemerný ročný úhrn zrážok je 950–1100 mm, priemerná ročná teplota sa pohybuje v rozpätí 4,2–4,8 °C. Geologické podložie je tvorené žulou a fylitmi, na ktorých sa vytvára kambizem. Z hľadiska typológie je porast zaradený do skupín lesných typov *Fagetum abietino-piceosum* a *Piceetum abietinum* (Zlatník, 1976).

Prebudova čiastočne diferencovaného produkčného porastu začala už v roku 1979 pomocou existujúcej generácie (Schütz, 2001b). V procese prebudovy sa do roku 1993 uskutočňoval bádenský clonný rub s odoberaním stromov, ktoré dosiahli cieľovú hrúbku d1,3 74 cm stanovenú pre porastový typ. Po roku 1993 sa v skúmanom poraste uplatňoval výberkový rub, neskôr len sanitárny výber stromov.

V roku 2024 sa v poraste vykonalo priemerkovanie stromov na plno od evidenčnej hrúbky 8 cm. Pre účely zostrojenia výškovej krivky boli na 204 vybraných stromoch merané aj ich výšky. Objem jednotlivých stromov (hrubina bez kôry) bol vypočítaný podľa dvojparametrických rovníc (hrúbka, výška) publikovaných v práci Petráš, Pajtík (1991).

Na odvodenie vzorového počtu stromov v jednotlivých hrúbkových stupňoch sme použili Liocourtovu krivku. Vstupnými veličinami pre jej konštrukciu boli hektárová početnosť jedincov v prvom hrúbkovom stupni ( $A$ ), kvocient geometrického radu ( $q$ ) a cieľová hrúbka.

Podľa vzorca:

$$N_i = Aq^{-(i-1)} \quad (1)$$

kde  $N_i$  je početnosť v  $i$ -tom hrúbkovom stupni,  $A$  je početnosť v hrúbkovom stupni 10 cm a  $q$  je kvocient geometrického radu.

Odvodenie modelu optimálnej štruktúry pomocou BDq metódy:

BDq metóda je bežne používaná pri modelovaní optimálnej štruktúry trvalo rôznovekých porastov predovšetkým v anglosaských krajinách (O'hara, 2014). Početnosť stromov v jednotlivých hrúbkových stupňoch sa určuje na základe troch hlavných parametrov:  $B$  – modelová kruhová základňa (*Basal area*),  $D$  – cieľová hrúbka (*Diameter*) a  $q$  – kvocient medzi susediacimi hrúbkovými stupňami. Pri výpočte parametrov modelovej štruktúry, ako aj návrhu ťažby sme využili postup popísaný v štúdiu Cancina a von Gadowa (2002). Rozdelenie hrúbok v nerovnovेkých porastoch je možné modelovať negatívnou exponenciálnou funkciou (Meyer, 1933) pomocou rovnice:

(2)

$$N_i = k_0 e^{-k_1 d_i}$$

kde  $d_i$  je stred hrúbkového stupňa  $i$  v cm,  $N_i$  je početnosť v  $i$ -tom, najvyššom hrúbkovom stupni,  $k_0$  je absolútny člen a  $k_1$  je koeficient vyjadrujúci rýchlosť zmeny, akou stromy ubúdajú v susediacich hrúbkových stupňoch.

Kvocient  $q$  medzi susediacimi hrúbkovými stupňami možno vypočítať ako:

(3)

$$q = \frac{N_{i+1}}{N_i}$$

kde  $N_i$  je početnosť v  $i$ -tom hrúbkovom stupni a  $N_{i+1}$  je početnosť v najbližšom nižšom hrúbkovom stupni.

Hodnotu kvocienta  $q$  je možné odvodiť z dvoch predchádzajúcich rovníc ako:

(4)

$$q = \frac{k_0 e^{-k_1(d_i-h)}}{k_0 e^{-k_1 d_i}}$$

pričom kvocient  $q$  závisí od šírky triedneho intervalu hrúbkových stupňov  $h$  (v slovenských pomeroch štandardne 4 cm).

Pre početnosť v  $i$ -tom hrúbkovom stupni platí:

(5)

$$N_i = N_1 q^{i-1}$$

kde  $N_1$  je počet stromov v 1. (najväčšom) hrúbkovom stupni, ktorý zodpovedá cieľovej hrúbke.

Pre nerovnovेký porast s danou cieľovou kruhovou základňou  $B$  (*basal area*) v m<sup>2</sup>/ha a cieľovou hrúbkou  $d_i$  v cm je možné určiť konkrétne početnosti v jednotlivých hrúbkových stupňoch počínajúc najvyšším hrúbkovým stupňom nasledovným postupom:

(5)

$$B = k_2 \sum_{i=1}^c N_i d_i^2$$

kde  $c$  je počet hrúbkových stupňov a koeficient  $k_2$  sa vypočíta ako  $k_2 = \pi/40\,000$ .

Úpravou predchádzajúcich dvoch rovníc je:

(6)

$$B = k_2 \sum_{i=1}^c N_i q^{i-1} d_i^2 = N_1 k_2 \sum_{i=1}^c q^{i-1} d_i^2$$

a po zavedení koeficienta  $k_3$ :

(7)

$$k_3 = k_2 \sum_{i=1}^c q^{i-1} d_i^2$$

je výsledkom vzťah medzi kruhovou základňou  $B$  a početnosťou v najvyššom hrúbkovom stupni  $N_1$ :

(8)

$$B = N_1 k_3$$

Úpravou tohto vzťahu je hodnota početnosti v najvyššom hrúbkovom stupni  $N_1$  vypočítaná ako:

(9)

$$N_1 = \frac{B}{k_3}$$

Na základe početnosti v najvyššom hrúbkovom stupni  $N_1$  je následne s použitím kvocientu  $q$  kvantifikovaná početnosť jedincov vo všetkých hrúbkových stupňoch, t.j.  $N_2$  až  $N_c$ .

Aplikácia BDq metódy pri plánovaní ťažby v rôznovekom lese:

Výhodou BDq metódy je pri praktickom obhospodarovaní porastov možnosť exaktného určenia, do ktorých hrúbkových stupňov má byť smerovaný ťažbový zásah tak, aby po jeho realizácii kruhová základňa zodpovedala modelovej kruhovej základni a zároveň aby sa rozdelenie hrúbkových početností postupne každým ťažbovým zásahom približovalo k optimálnemu rozdeleniu. Výpočet vychádza z porovnania tzv. reziduálnej kruhovej základne  $B_{res}$  (ktorá sa rovná optimálnej kruhovej základni  $B_{model}$ ) a kruhovej základne v konkrétnom poraste  $B_{real}$ , ktorá je pred realizáciou ťažbového zásahu vyššia ako požadovaná reziduálna (optimálna) kruhová základňa. V prvom kroku sa na základe vstupných parametrov optimálnej štruktúry (optimálna kruhová základňa  $B_{model}$ , cieľová hrúbka  $D$

a kvocient  $q$ ) vypočíta optimálne rozdelenie hrúbkových početností postupom popísaným v predchádzajúcom texte. Napriek tomu, že takéto optimálne rozdelenie hrúbkových početností zodpovedá optimálnej kruhovej základni, nie je ho zvyčajne možné dosiahnuť jedným ťažbovým zásahom. Okrem hrúbkových stupňov, kde je skutočná početnosť vyššia ako optimálna sú v poraste spravidla zastúpené aj hrúbkové stupne, kde je skutočná početnosť nižšia ako optimálna. Úlohou je teda, ako rozdeliť výšku ťažby (t.j. rozdiel medzi skutočnou  $B_{real}$  a optimálnou  $B_{model}$  kruhovou základňou) do jednotlivých nadnormálne zastúpených hrúbkových stupňov. Cancino, von Gadow (2002) navrhli tento problém riešiť iteratívnym postupom, kde sa pri použití hodnôt cieľovej hrúbky a kvocientu cieľového rozdelenia hrúbkových početností v kombinácii s hypotetickými vyššími kruhovými základňami ( $B''$ ) vypočíta nové (hypotetické) rozdelenie hrúbkových početností ( $N''$ ). Reziduálne rozdelenie hrúbkových početností sa získa na základe porovnania početností v hrúbkových stupňoch medzi skutočným ( $N_{real}$ ) a hypotetickým rozdelením ( $N''$ ) a hodnota reziduálnej početnosti v konkrétnom hrúbkovom stupni zodpovedá nižšej z hodnôt skutočnej alebo hypotetickej početnosti. Po kvantifikácii reziduálnych početností sa získaná reziduálna kruhová základňa ( $B_{res}$ ) porovná s optimálnou ( $B_{model}$ ) a v prípade, že je jej hodnota nižšia ako optimálna kruhová základňa, tak postup sa zopakuje s vyššou hypotetickou kruhovou základňou ( $B''$ ). Tento iteratívny proces sa opakuje dovtedy, kým hodnota reziduálnej kruhovej základne ( $B_{res}$ ) nedosiahne úroveň optimálnej ( $B_{model}$ ). Rozdielom medzi skutočnou ( $N_{real}$ ) a reziduálnou ( $N_{res}$ ) početnosťou získame pre každý hrúbkový stupeň počet jedincov, ktoré je potrebné pri zásahu z porastu odstrániť.

### 3 VÝSLEDKY A DISKUSIA

V skúmanom poraste boli pomocou BDq metódy stanovené jednotlivé parametre modelu výberkového lesa, a to kruhová základňa  $34 \text{ m}^2/\text{ha}$ , cieľová hrúbka  $74 \text{ cm}$  a kvocient medzi susediacimi hrúbkovými stupňami  $1,31$ .

Skutočná zásoba prevyšovala optimálnu zásobu o  $228 \text{ m}^3$  na ha, t. j. o  $57 \%$  (Tab. 1). Empirické rozdelenie skutočných hrúbkových početností síce vykazovalo typický klesajúci trend (Obr. 1) v hrúbkovej štruktúre porastu sa však pri porovnaní s modelom prejavoval výrazný prebytok stromov v hornej vrstve (hrúbkové stupne  $38 \text{ cm}$  a viac), a naopak mierny deficit stromov strednej vrstvy (hrúbkové stupne  $14$  a  $18 \text{ cm}$ ). Tento stav je výsledkom manažmentu porastu za posledných 25 rokov, ktorý bol obmedzený zväčša len na sanitárnu ťažbu smreka. Tá sa pohybovala na úrovni  $25$  až  $45 \text{ m}^3/\text{ha}$  za decénium. Nedostatočné vykonávanie cieľavedomých pestovných zásahov v poslednom období spomalilo proces prebudovy porastu na výberkový les (Saniga *et al.*, 2021).

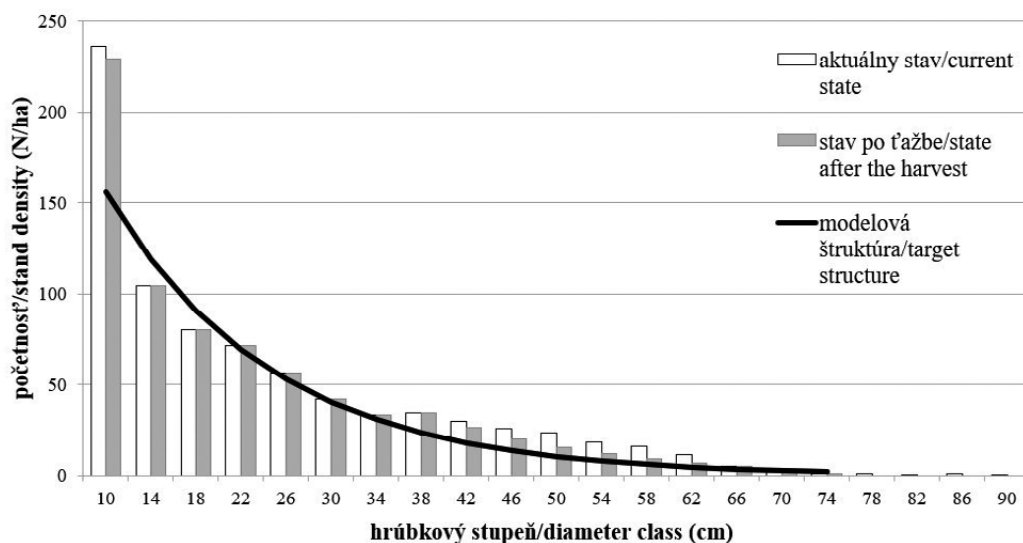
Z pestovného hľadiska je preto žiaduca redukcia počtu hrubých stromov. Tá podporí dynamiku výškových presunov stromov dolnej a strednej vrstvy a prispeje tým k lepšiemu rozdielencovaniu štruktúry porastu. Vertikálna diferenciácia skupín stromov je v tomto poraste zvlášť naliehavá, keďže tu prebieha záverečná fáza prebudovy na výberkový les, tzv. fáza zjemnenia štruktúry (Schütz, 2001b). Výberkovým rubom by sa malo v optimálnom prípade odoberať  $128 \text{ m}^3/\text{ha}$  za decénium (Tab. 1). Vzhľadom na vysokú porastovú zásobu však navrhujeme mierne navýšenie ťažby (cca.  $150$ – $160 \text{ m}^3/\text{ha}$  za decénium). Pri plánovanom opakovaní výberkových rubov v intervale 7 rokov zodpovedá navrhovaný decenálny objem ťažby ( $150$ – $160 \text{ m}^3/\text{ha}$ ) prepočítaný na jeden zásah približne  $105$ – $110 \text{ m}^3/\text{ha}$ . Tento prepočet vychádza z dlhodobej perspektívy a zohľadňuje cyklický charakter pestovných zásahov počas viacerých desaťročí. Stanovený objem ťažby by ešte nemal predstavovať vážnejšie riziko z hľadiska škôd na ostávajúcich stromoch porastu (Korpeľ, Saniga, 1993).

**Tab. 1:** Základné charakteristiky modelovej štruktúry, aktuálneho stavu porastu a výberkového rubu v skúmanom poraste

Basic characteristics of model structure, current state of the forest stand and selection cut in the investigated stand

| h.s.<br>(dbh<br>class) | Modelová štruktúra<br>(Model Structure) |                    |                    |                    | Aktuálny stav<br>(Current State) |                    |                    |                    |                    | Výberkový rub<br>(Selection Cut) |                    |                    |
|------------------------|-----------------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|
|                        | N <sup>1</sup>                          | G <sup>2</sup>     | V <sup>3</sup>     | iV4                | N <sup>1</sup>                   | G <sup>2</sup>     | V <sup>3</sup>     | iV <sup>4</sup>    | G res <sup>5</sup> | N <sup>1</sup>                   | G <sup>2</sup>     | V <sup>3</sup>     |
| cm                     | N/ha                                    | m <sup>2</sup> /ha | m <sup>3</sup> /ha | m <sup>3</sup> /ha | N/ha                             | m <sup>2</sup> /ha | m <sup>3</sup> /ha | m <sup>3</sup> /ha | m <sup>2</sup> /ha | N/ha                             | m <sup>2</sup> /ha | m <sup>3</sup> /ha |
| 10                     | 156                                     | 1,2                | 4,1                | 1,6                | 236                              | 1,9                | 6,2                | 2,4                | 1,8                | 7                                | 0,1                | 0,2                |
| 14                     | 119                                     | 1,8                | 11,0               | 4,9                | 105                              | 1,6                | 9,7                | 4,3                | 1,6                | 0                                | 0,0                | 0,0                |
| 18                     | 91                                      | 2,3                | 18,5               | 7,8                | 80                               | 2,0                | 16,4               | 6,9                | 2,0                | 0                                | 0,0                | 0,0                |
| 22                     | 69                                      | 2,6                | 25,1               | 9,1                | 72                               | 2,7                | 26,0               | 6,4                | 2,7                | 0                                | 0,0                | 0,0                |
| 26                     | 53                                      | 2,8                | 30,0               | 9,4                | 57                               | 3,0                | 32,1               | 10,0               | 3,0                | 0                                | 0,0                | 0,0                |
| 30                     | 40                                      | 2,9                | 33,0               | 9,0                | 42                               | 3,0                | 34,3               | 9,3                | 3,0                | 0                                | 0,0                | 0,0                |
| 34                     | 31                                      | 2,8                | 34,4               | 8,2                | 33                               | 3,0                | 36,9               | 8,9                | 3,0                | 0                                | 0,0                | 0,0                |
| 38                     | 24                                      | 2,7                | 34,3               | 7,4                | 34                               | 3,9                | 50,1               | 10,8               | 3,9                | 0                                | 0,0                | 0,0                |
| 42                     | 18                                      | 2,5                | 33,1               | 6,4                | 30                               | 4,2                | 55,5               | 10,8               | 3,7                | 4                                | 0,5                | 6,8                |
| 46                     | 14                                      | 2,3                | 31,2               | 5,5                | 26                               | 4,3                | 58,2               | 10,3               | 3,4                | 5                                | 0,9                | 12,3               |
| 50                     | 10                                      | 2,1                | 28,8               | 4,7                | 23                               | 4,6                | 64,1               | 10,5               | 3,0                | 8                                | 1,6                | 21,8               |
| 54                     | 8                                       | 1,8                | 26,1               | 3,9                | 18                               | 4,1                | 59,0               | 8,9                | 2,7                | 6                                | 1,4                | 20,6               |
| 58                     | 6                                       | 1,6                | 23,3               | 3,3                | 16                               | 4,2                | 60,4               | 8,5                | 2,4                | 7                                | 1,8                | 26,1               |
| 62                     | 5                                       | 1,4                | 20,6               | 2,7                | 11                               | 3,4                | 50,0               | 6,6                | 2,1                | 4                                | 1,3                | 19,7               |
| 66                     | 4                                       | 1,2                | 18,0               | 2,2                | 5                                | 1,6                | 24,2               | 3,0                | 1,6                | 0                                | 0,0                | 0,0                |
| 70                     | 3                                       | 1,1                | 15,6               | 1,8                | 3                                | 1,1                | 15,9               | 1,9                | 1,1                | 0                                | 0,0                | 0,0                |
| 74                     | 2                                       | 0,9                | 13,4               | 1,5                | 1                                | 0,5                | 8,1                | 0,9                | 0,5                | 0                                | 0,0                | 0,0                |
| 78                     | 0                                       | 0,0                | 0,0                | 0,0                | 1                                | 0,5                | 7,3                | 0,8                | 0,0                | 1                                | 0,5                | 7,3                |
| 82                     | 0                                       | 0,0                | 0,0                | 0,0                | 0                                | 0,1                | 2,0                | 0,2                | 0,0                | 0                                | 0,2                | 2,0                |
| 86                     | 0                                       | 0,0                | 0,0                | 0,0                | 1                                | 0,4                | 6,7                | 0,6                | 0,0                | 1                                | 0,4                | 6,7                |
| 90                     | 0                                       | 0,0                | 0,0                | 0,0                | 1                                | 0,3                | 4,9                | 0,5                | 0,0                | 1                                | 0,3                | 4,9                |
| Spolu<br>(Total)       | 653                                     | 34,0               | 400                | 89,4               | 795                              | 50,4               | 628,0              | 122,5              | 41,5               | 44                               | 9,0                | 128,4              |

<sup>1</sup>početnosť/stem density, <sup>2</sup>kruhovú základňu/basal area, <sup>3</sup>zásoba/volume, <sup>4</sup>decenálny objemový prírastok/decadal volume increment, <sup>5</sup>reziduálna kruhovú základňu/residual basal area



**Obr. 1:** Aktuálne rozdelenie hrúbkových početností, stav po ťažbe a modelová štruktúra odvodená pomocou BDq metódy v skúmanom poraste

Current, post-harvest and target diameter distributions derived using the BDq method in the investigated stand

## 4 ZÁVER

Tvorba modelov štruktúrne diferencovaných porastov má kľúčový význam pre ich efektívne obhospodarovanie. Z tohto pohľadu predstavuje BDq metóda výhodnú alternatívu k doteraz používaným a zväčša zastaraným spôsobom modelovania štruktúry výberkových lesov. Domnievame sa, že táto metóda môže nájsť v stredoeurópskom regióne širšie uplatnenie. BDq metódou je možné optimalizovať štruktúry rôznych typov diferencovaných porastov. Vytvorenie a udržanie optimálnej porastovej štruktúry je podmienené vykonávaním pravidelných a cieľavedomých pestovných zásahov. V opačnom prípade môže dôjsť už v priebehu relatívne krátkeho času (2–3 decénia) k výrazným negatívnym zmenám štruktúry porastov.

## LITERATÚRA

- BOREL, W. 1929. *Guide pour l'application du contrôle aux futaies jardinées*. Besançon: Jacques & Demontrond. 104 s.
- CANCINO, J., VON GADOW, K. 2002. Stem number guide curves for uneven-aged forests development and limitations. In: VON GADOW, K., NAGEL, J., SABOROWSKI, J. (eds.). *Continuous cover forestry: assessment, analysis, scenarios*. Dordrecht: Springer, p. 163–174.
- DE LIOCOURT, F. 1898. De l'aménagement des sapinières. *Bulletin de la Société forestière de Franche-Comté et des Provinces de l'Est*. 4, 396–409, 645–647.
- DIACI, J., FIRM, D. 2011. Long-term dynamics of a mixed conifer stand in Slovenia managed with a farmer selection system. *Forest Ecology and Management*. 262, 931–939.
- DUC, P. 2002. *Zustand, Entwicklung und Pflege des Nachwuchses in Plenterwäldern des Val-de-Travers (Neunburg Jura)*. Zürich: ETH. 224 s.
- KLOPČIČ, M., BONCINA, A. 2010. Patterns of tree growth in a single tree selection silver fir-European beech forest. *European Journal of Forest Research*. 15, 21–30.
- KORPEL, Š., SANIGA, M. 1993. *Výberný hospodársky spôsob*. Písek: Matica lesnícka. 127 s.
- MEYER, H. A. 1933. Eine mathematisch-statistische Untersuchung über den Aufbau des Plenterwaldes. *Schweizerische Zeitschrift für Forstwesen*. 84, 33–46.

- NYLAND, R. D. 2007. *Silviculture. Concepts and applications*. Long Grove: Waveland Press. 682 s.
- O'HARA, K. 2014. *Multiaged Silviculture: Managing for Complex Forest Stand Structures*. Oxford: University Press. 240 s.
- PETRÁŠ, R., PAJTÍK, J. 1991. Sústava československých objemových tabuliek drevín. *Lesnícky časopis*. 37, 49–56.
- SANIGA, M., SZANYI, O. 1998. *Modely výberkových lesov vo vybraných lesných typoch a geografických celkoch Slovenska*. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene. 50 s.
- SANIGA, M., VENCURIK, J., KUCBEL, S., JALOVIAK, P. 2021. Prebudova rúbaňového lesa na výberkový les – 40-ročná štúdia. *Zprávy lesnického výzkumu*. 66(4), 213–225.
- SCHAEFFER, A., GAZIN, A., D'ALVERNY, A. 1930. *Sapinières. Le jardinage par contenance (Méthode du contrôle par les courbes)*. Paris: Les presses universitaires de France. 100 s.
- SCHÜTZ, J. P. 2001a. *Der Plenterwald und weitere Formen strukturierter und gemischter Wälder*. Berlin: Parey Buchverlag. 220 s.
- SCHÜTZ, J. P. 2001b. Opportunities and strategies of transforming regular forests to irregular forests. *Forest Ecology and Management*. 151, 87–94.
- SCHÜTZ, J. P. 2002. Silvicultural tools to develop irregular and diverse forest structures. *Forestry*. 75, 329–337.
- VENCURIK, J., KUCBEL, S. 2008. Hrúbkový prírastok smreka a jedle vo výberkovom lese Oravských Beskyd. *Beskydy*. 1, 209–214.
- ZLATNÍK, A. 1976. *Lesnická fytoecologie*. Praha: SZN. 495 s.

## Poděkování

Táto práca bola podporená Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe Zmluvy č. APVV-21-0199, Vedeckou grantovou agentúrou Ministerstva školstva, výskumu, vývoja a mládeže Slovenskej republiky a Slovenskej akadémie vied v rámci projektu VEGA 1/0183/25 a Internou projektovou agentúrou Technickej univerzity vo Zvolene v rámci projektu IPA 16/2025.

## Kontakty | Contact Information

Jaroslav Vencurik: e-mail: jaroslav.vencurik@tuzvo.sk