

POROVNANIE VÝVOJA VYBRANÝCH JEDĽOBUKOVÝCH PORASTOV VO VÝSKUMNO- -ÚČELOVOM OBJEKTE „KOMÁRNIK“

IGOR ŠTEFANČÍK^{1,2}, JOZEF PAJTÍK^{1,2}, MICHAL BOŠELA^{1,2},
TIBOR PRIWITZER¹, VLADIMÍR ČABOUN¹, TOMÁŠ KLOUČEK²

¹Národné lesnícke centrum - Lesnícky výskumný ústav Zvolen, T. G. Masaryka 2175/22, SK – 960 92 Zvolen,
e-mail: stefancik@nlcsk.org, pajtik@nlcsk.org, bosela@nlcsk.org, priwitzer@nlcsk.org, caboun@nlcsk.org

²Česká zemědělská univerzita v Praze, Fakulta lesnická a dřevářská, Kamýcká 1176, CZ – 165 21, Praha 6,
e-mail: tomaskl@post.sk

ŠTEFANČÍK, I., PAJTÍK, J., BOŠELA, M., PRIWITZER, T., ČABOUN, V., KLOUČEK, T., 2013: The comparison of development of selected fir-beech stands in research purpose-made area “Komárník”. Lesnícky časopis - Forestry Journal, **59**(4): 229–239, 2013, fig. 7, tab. 4, ref. 41. Original paper.

The paper presents results of a long-term observation focused on the growth of two selected fir-beech stands in the area of the Eastern Carpathian Mountains, which were established in the past to investigate the effect of different management treatments on the growth and structure of the stands. Attention was paid to changes in the tree species proportion, vertical and horizontal structure, the quantitative production and dead wood. The results of the monitoring of approximately 60-year stands development suggested a reduction of the fir proportion and an increase proportion of beech and maple in the natural conditions. Production characteristics (wood stock, above ground biomass, carbon stock, and dead wood) have reached higher values on the control area. The results suggested that the close-to-nature management of these forest stands has a beneficial effect on their structure and overall development.

Keywords: *beech; fir; production; carbon storage; deadwood*

1. Úvod a problematika

Hľadaniu optimálneho obhospodarovania lesných porastov sa venuje pozornosť už viac ako 200 rokov. Za toto dlhé obdobie sa hlavne vplyvom praktických skúseností lesníkov a neskôr aj prvých výskumov, resp. vedeckých poznatkov v tejto oblasti vyvíjali a zdokonaľovali postupy hospodárenia v lesoch. Treba podotknúť, že náhľady na spôsoby obhospodarovania lesov na menili nie len na základe nových poznatkov, ale aj vplyvom spoločenských udalostí a zmien. Dobrým príkladom v tomto ohľade je aj územie Slovenska, kde sa za ostatné desaťročia „vystriedali“ rozdielne spôsoby obhospodarovania, ktoré boli uzákonené aj legislatívne.

Na konci 40. rokov minulého storočia možno pozorovať začiatok smerovania hospodárenia bližšie k prírode a obmedzovanie veľkosti a rozsahu holorubov, čomu zodpovedala aj vtedajšia legislatíva zákon č. 206/1948 Zb. Zavádzanie výberkového hospodárstva do slovenských lesov vyvrcho-

lilo v 50. rokoch 20. storočia. Okrem toho sa do popredia dostávali podrastové postupy (clonné), využívajúce prirodzenú obnovu, so zámerom priblížiť sa prírode (GREGUŠ, 2002), ktoré boli deklarované zákonom o lesoch a lesnom hospodárstve č. 166/1960 Zb. Schválením zákona SNR č. 100/1977 o hospodárení v lesoch a štátnej správe lesného hospodárstva Slovenskej republiky, resp. vyhlášky 14/1978 Zb., možno pozorovať zásadnú zmenu obhospodarovania lesov, keď ako prioritný sa určil rúbaňový hospodársky spôsob, v dôsledku čoho podiel podrastového hospodárskeho spôsobu stále klesal.

Spoločenské zmeny po roku 1989 priniesli opäť zmeny náhľadu na obhospodarovanie lesa, nakoľko sa do popredia znovu dostávajú jemnejšie spôsoby obhospodarovania (podrastový a výberkový), pričom podrastové hospodárstvo s maloplošnou prirodzenou obnovou bolo označené za ekologicky najvhodnejšie, čo je deklarované aj v zákone o lesoch č. 326/2005 Z. z., ktorý platí aj v súčasnosti.

Z literatúry je známe, že za kolísku vzniku výberkového lesa a zásad výberkového hospodárstva sa považuje Švajčiarsko, kde sa v okolí Emmentalu (v kantone Bern) nachádzajú najstaršie výberkové lesy. Slovensko sa zaraďuje medzi málo európskych krajín, ktoré disponujú niekoľkými objektmi, kde sa v dávnejšej minulosti uplatňoval výberkový hospodársky spôsob a sú zachované až dodnes aj vďaka tomu, že v minulosti boli založené s určitým cieľom ako výskumné a demonštračné objekty. V tejto súvislosti hodno spomenúť najmä objekty v oblasti Spiša (Mníšek nad Hnilcom, Smolník, Smolnícka Huta) a v oblasti Východných Karpát výskumno-účelový objekt „Komárnik“.

Práve posledne menovaný objekt má výnimočné postavenie, lebo sa v ňom od jeho založenia v roku 1954 vykonávajú kontinuálne sledovania, merania a hodnotenia lesných porastov na založených trvalých výskumných plochách. Výsledky takmer 60-ročného výskumu tak umožňujú jedinečné zhodnotenie výberkového hospodárenia v daných prírodných podmienkach spolu s poznatkami, ktoré môžu mať širšiu (všeobecnejšiu) platnosť. Neoceniteľnou výhodou je aj skutočnosť, že k dispozícii je množstvo informácií a poznatkov, ktoré sa dosiahli počas dlhodobého výskumu na tomto objekte (KOŠÚT, 1968, 1970, 1972, 1975; MIDRIAK *a kol.*, 1985, 1988a, 1988b; PAUMER, MIDRIAK, 1990; SELIGA, MIDRIAK, 1990; JANČIŠIN *a kol.*, 1993; HERCHL, TÓTHOVÁ, 2000).

Cieľom príspevku je porovnanie dlhodobého vývoja (takmer 60 rokov) z hľadiska drevinového zloženia a vybraných ukazovateľov kvantitatívnej produkcie dvoch porastov vo výskumno-účelovom objekte (VÚO) Komárnik, ktoré sa odlišujú rozdielnym spôsobom obhospodarovania.

2. Materiál a metodika

Objektom výskumu boli dve trvalé výskumné plochy (TVP) na VÚO Komárnik, kde bolo v minulosti založených celkovo 13 TVP (KOŠÚT, 1982). Prvou je TVP 4 (výmera 0,48 ha), ktorá bola založená v roku 1957 (vo veku 119 rokov) za účelom sledovania vplyvu hospodárskych zásahov na štruktúru porastu. Doteraz sa tu uskutočnilo 8 meraní v rokoch 1957, 1968, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995 a 2011. Druhou je TVP 7 (výmera 0,24 ha) založenou v roku 1962 (vo veku 125 rokov), ktorá bola ponechaná na samovývoj ako kontrolná plocha. Tu sa doteraz vykonalo 7 meraní (1963, 1975, 1980, 1985, 1990, 1995 a 2011).

Informácie o histórii, založení a výskumných aktivitách vo VÚO Komárnik sú uvedené v prácach KOŠÚTA (1982) a ŠTEFANČIKA *a kol.* (2012).

VÚO Komárnik sa nachádza v SV časti východného Slovenska, na južných svahoch značne členitého veľkého oblúku Východných Karpát v blízkosti Duklianskeho priesmyku. Z geomorfologického hľadiska je súčasťou Laboreckej vrchoviny. Tvoria ho tri výrazné doliny – Šovárna,

Komárnica a Dolhonec. Administratívne patrí objekt do Prešovského samosprávneho kraja, okresu Svidník, katastrálne územie obcí Komárnik a Vyšný Komárnik. Tvorí západnú časť CHKO Východné Karpaty, pričom jeho výmera sa v priebehu desaťročí menila. V súčasnosti má výmeru vyše 660 ha (HERCHL, TÓTHOVÁ, 2000). Jeho súčasťou je aj NPR Komárnická jedlina (výmera 74,70 ha), vyhlásená v roku 1984.

Pôvodne mal objekt slúžiť pre výskum hospodárskej úpravy lesov a jej aplikácii v praxi. Neskôr sa pokračovalo vo výskume základných rastových zákonitostí pri uplatňovaní výberkového hospodárskeho spôsobu a jeho foriem, ďalej vo výskume hospodárskej úpravy výberkového a podrastového spôsobu ako aj vo výskume intenzity hospodárskych zásahov a im zodpovedajúcich ťažbovo-obnovných a dopravných technológií. Nebolo presne špecifikované o aké zásahy ide, a v súčasnosti je to aj ťažko zistiť. Základná filozofia bola hospodáriť inak ako rúbaňovým hospodárskym spôsobom. Pravdou je, že aj keď sa deklarovali zásahy v zmysle výberkového hospodárstva nazdávame sa, že nie vždy sa aj striktnie dodržali. Dôkazom toho je aj TVP 7, ktorá v čase založenia bola charakterizovaná ako kontrolná plocha (bez zásahov), ale zistili sme, že aj tam sa zasahovalo (likvidácia snehovej kalamity v roku 1966), resp. v podstate až po jej začlenení do NPR Komárnická jedlina sa tam preukázateľne nezasahovalo. Okrem toho objekt slúžil na dlhodobé sledovania a vyhodnocovania kvantitatívnej a kvalitatívnej stránky produkcie a jej zmien vplyvom rôznej intenzity hospodárskych zásahov, ako aj vplyvu týchto zásahov na pôdny kryt, ako aj na šľachtiteľsko-genetický výskum jedle, buka, jaseňa, javora a bresta v podmienkach flyšu. VÚO Komárnik bol aj objektom pre výskum funkcií lesa v zmiešaných JD–BK porastoch, osobitne pre zisťovanie povrchového odtoku a vodnoerózných pôdnych strát vo vzťahu k spôsobom obhospodarovania lesa (MIDRIAK *a kol.*, 1986, 1988b). Zároveň sa využíval tiež ako inštruktážno-aplikačný objekt a bol častým objektom exkurzií pre vedeckých, odborných pracovníkov a zamestnancov lesníckej praxe.

Základné charakteristiky VÚO Komárnik

Nadmorská výška: 350 až 580 m

Geologické pomery: terciérny paleogénny flyš, ktorý sa skladá prevažne z pieskovcov, ílovitých a slieňovitých bridlíc.

Pôdy: hlinito-piesčité až ílovito-hlinité lesné pôdy, veľmi bohaté na minerálne živiny.

Pôdny typ: Prevládajú kambizeme typické nenasýtené, dystrické a pseudoglejové.

Klimatické pomery: Podľa klimatickej rajonizácie patrí tento región do mierne chladnej a mierne vlhkej oblasti s prechodom až do regiónu s chladnou a vlhkou klímou.

Pre klimatickú charakteristiku územia boli použité denné údaje teploty vzduchu a úhrnov zrážok v rokoch 1961 – 1990 pre stanicu Medzilaborce (305 m n. m.) patriacej do siete klimatologických staníc SHMÚ.

K objektu najbližšia zrážkomerná stanica Nižný Komárnik (49°22'26"N, 21°41'53"E) je situovaná v nadmorskej výške 345 m n. m., na vodnom toku Ladomírka, ktorý pramení pod Duklianskym priesmykom v severozápadnej časti Laboreckej vrchoviny, a ktorý je 21 km dlhým, ľavostranným prítokom rieky Ondava.

Stanica sa nachádza v blízkosti výskumno-demonštračného objektu Komárnik (vo vzdialenosti asi 2,5 km). Na základe mapových podkladov (rastrov) o dlhodobých teplotách vzduchu a zrážkových úhrnoch pre obdobie 1951 – 1980 boli odvodené klimatické charakteristiky priamo pre výskumný objekt Nižný Komárnik (uvedené v tab. 1).

Tabuľka 1. Klimatické charakteristiky odvodené pre územie výskumného objektu (1951 – 1980) (ŠTEFANČÍK a kol., 2012)

Table 1. Climatic characteristics derived for territory of research area (1951 – 1980)

Charakteristika ¹⁾	Hodnota ²⁾
Priemerná ročná teplota vzduchu ³⁾	6,1 – 6,8 °C
Priemerná teplota vzduchu vo vegetačnom období ⁴⁾	12,5 – 13,3 °C
Dlhodobý priemerný ročný úhrn zrážok ⁵⁾	810 – 877 mm
Dlhodobý priemerný úhrn zrážok vo vegetačnom období ⁶⁾	504 – 537 mm
Počet dní v roku nad 5 °C ⁷⁾	200 – 209

¹⁾Characteristic, ²⁾Value, ³⁾Mean annual air temperature, ⁴⁾Mean air temperature during growth season, ⁵⁾Long-term average precipitation sum, ⁶⁾Average precipitation sum during growth season, ⁷⁾Number of days with the temperature above 5°C

Hydrologické pomery: Potoky Dolhonec, Komárnica a Šovářna, ktoré pramenia vo výskumnom objekte, tvoria prítoky riečky Ladomírka, ktorá sa pri Svidníku vlieva do Ondavy, táto potom do Bodrogu, ktorý je prítokom Tisy vliavajúcej sa do Dunaja, ktorý ústí do Čierneho mora. Časť dielcov na štátnej hranici s Poľskom však spadá do povodia Baltického mora.

Typologické pomery: Podľa KOŠÚTA (1982) boli v prvých rokoch po založení VÚO Komárnik najviac (vyše 85 %) rozšírené skupiny lesných typov *Abieto-Fagetum* a *Fagetum typicum* s približne rovnakým zastúpením, ostatných 15 % tvorili *Fagetum pauper*, *Fageto-Aceretum*, *Fraxinetum-Aceretum* a *Tilieto-Aceretum*, vyskytujúce sa súvislejšie v hrebeňových a podhrebeňových častiach. Najrozšírenejšími HSLT boli 410 (svieže bučiny), 413 (vlhké bučiny) a 511 (živné jedľové bučiny), v skalnatých hrebeňových častiach sa vyskytovali 517 (sutinové javoriny), fragmenty 417 (sutinových lipových bučín) a 513 (vlhkých jedľových bučín).

Sklon: Prevládajú svahy so sklonom 20 až 35 %, ktoré sú zastúpené podielom 75,4 %.

Expozícia: Najviac sú zastúpené svahy s JV, J a JZ expozíciou s podielom 73,6 %.

Na uvedených TVP sa uskutočnili v roku 2011 štandardné biometrické merania a hodnotenia znakov kmeňa a koruny. V rámci nich sa okrem kvantitatívnych parametrov (hrúbka $d_{1,3}$, výška stromov a nasadenia koruny, šírka korún) technológiou Field-Map zameriavali aj pozície jednotlivých žijúcich a odumretých stojacich stromov, mŕtveho ležiaceho dreva.

Pre jednotlivé plochy sa odvodilo zastúpenie jednotlivých drevín podľa ich kruhovej základne. Pre sledovanie vývoja zastúpenia drevín sa zastúpenie vypočítalo pre tri časové obdobia a to na TVP 4 1957, 1985 a 2011 a na TVP 7 pre roky 1963, 1985 a 2011.

Veľmi dôležitou charakteristikou porastu je jeho hrúbková a výšková štruktúra. Hrúbková štruktúra sa na jednotlivých plochách skúmala pomocou hrúbkového rozdelenia početností, kde hrúbkové kategórie mali rozpätie 8 cm. Takto sa hrúbková štruktúra odvodila pre jednotlivé dreviny tvoriace porast na jednotlivých plochách. Hrúbková štruktúra sa odvodila pre tri časové obdobia, podobne ako v prípade zastúpenia drevín. Výšková štruktúra porastov na jednotlivých plochách a podľa jednotlivých drevín sa skúmala pomocou dvojrozmerných bodových grafov, kde na osi x bola hrúbka jednotlivých stromov a na osi y príslušné výšky. Jednotlivé bodové polia sa následne vyrovnali pomocou Prodanovej rastovej funkcie, ktorá vyjadruje priemerný rast dreviny v danom poraste. Prodanova funkcia sa vybrala, pretože najlepšie vystihovala výškovú štruktúru drevín v porastoch. Funkcia má nasledovný tvar:

$$h_i = \frac{d_{i,3}^2}{a + bd_{i,3} + cd_{i,3}^2}$$

kde

- d – hrúbka jednotlivých stromov,
- a – absolútny koeficient,
- a, b, c – koeficienty regresnej rovnice.

Výškové krivky sa pomocou tejto rovnice odvodili pre buk a jedľu pre všetky časové obdobia, kedy sa uskutočnilo meranie.

Následne sa pre každý strom na základe hrúbky a výšky vypočítali objemy pomocou objemových rovníc podľa PETRÁŠA a PAJTIKA (1991). Objemy jednotlivých stromov vyjadrené v objemovej jednotke hrubina bez kôry (h.b.k) sa sčítali pre jednotlivé dreviny a výsledná zásoba sa prepočítala na 1 hektár, aby bolo možné porovnanie medzi jednotlivými plochami. Zásoby sa vypočítali pre jednotlivé roky za účelom sledovania ich vývoja od založenia plôch po rok 2011, keď bolo uskutočnené posledné meranie.

Ďalej sa pre každú drevinu na plochách a pre jednotlivé roky, v ktorých sa uskutočnilo meranie vypočítali uhlíkové zásoby. Zásoby uhlíka nadzemnej biomasy sa počítali iba zo žijúcich stromov, t. z. nezahrňovali stojace sucháre.

Pre výpočet uhlíkových zásob sa objemy jednotlivých žijúcich stromov prepočítali na obsah sušiny pomocou nasledovného vzorca:

$$C = V_{ssk} * \rho * k$$

kde

V_{ssk} – objem stromový podľa vyššie uvedených objemových rovníc,

ρ – objemová hmotnosť absolútne suchého dreva pre jednotlivé dreviny podľa POŽGAJA a kol. (1993, in PAJTIK a kol. 2009),

k – koeficient vyjadrujúci podiel uhlíka v celkovej sušine drevnej biomasy (0,5).

Na jednotlivých plochách bola meraná aj odumretá ležiaca hmota (ležanina) a to od registračnej hrúbky 7 cm na tenšom konci. Pre každý jednotlivý kus ležiaceho dreva sa odmerala hrúbka na tenšom aj na hrubšom konci. Pre každú ležaninu sa pomocou Field-Mapu zaznamenali

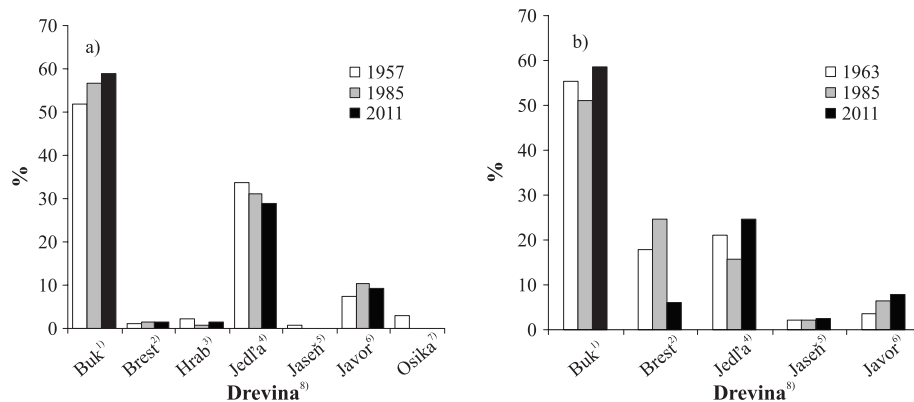
súradnice v priestore plochy a tým sa automaticky vypočítala aj ich dĺžka. Pre každú ležaninu sa následne vypočítali objemy. Pre zhodnotenie sa použili charakteristiky ako celková zásoba ležiacej hmoty na hektár, priemerná hrúbka na hrubšom konci a priemerná dĺžka s príslušnými smerodajnými odchýlkami.

Namerané hodnoty sa spracovali bežnými metódami používanými v produkčnej ekológii s využitím softvérov pre štatistické spracovanie STATISTICA.

3. Výsledky a diskusia

3.1. Vývoj drevinového zloženia

Vývoj drevinového zloženia, ktoré sme vypočítali ako percentuálny podiel jednotlivých drevín z kruhovej základne uvádzame na obrázku 1.



Obr. 1. Vývoj drevinového zloženia na TVP 4 (a) a TVP 7 (b)

Fig. 1. Development of tree species composition on PRP 4 (a) and PRP 7 (b)

¹⁾Beech, ²⁾Elm, ³⁾Hornbeam, ⁴⁾Fir, ⁵⁾Ash, ⁶⁾Maple, ⁷⁾Aspen, ⁸⁾Tree species

Z údajov na obrázku 1 vidno, že na obidvoch TVP mal na začiatku výskumu buk najvyššie zastúpenie (52,0 % na TVP 4 a 55,4 % na TVP 7). V poradí druhá bola jedľa s podielom 33,6 %, resp. 21,0 %.

Na TVP 4 (zasahovanej úmyselnou ťažbou) sa po 54 rokoch podiel buka zvýšil o 7 % a zároveň sa kruhová základňa (G) zvýšila o 4 %. Pri jedli došlo k zníženiu zastúpenia o 4,7 %, resp. G sa zmenšila o 27 %. Pokiaľ ide o buk, rovnaký trend sme zaznamenali aj na TVP 7 (bez zásahov), keď za 48 rokov sa jeho zastúpenie zvýšilo o 3,3 %, avšak kruhová základňa klesla o 21 %. Na rozdiel od zasahovanej plochy sa podiel jedle na TVP 7 zvýšil o 3,8 %, ale G klesla o 8 %. Uvedený vývoj drevinového zloženia nie celkom korešponduje s poznatkami z odbornej literatúry, ktoré uvádzajú zvýšenú vitalitu buka v ostatných desaťročiach v porovnateľných podmienkach, a to nie len v lesoch s výberkovou štruktúrou, resp. pralesoch (KORPEL, 1989; BALANDA, SANIGA, 2011; ZRAK, 2012) a hospodárskych

lesoch a nezasahovaných porastoch (ŠTEFANČÍK, ŠTEFANČÍK, 2001, 2002, 2003; ŠTEFANČÍK, 2006). Ako príčina sa najčastejšie uvádzajú dôsledky klimatickej zmeny (ČABOUN a kol., 2008), ktoré hlavne v podmienkach 5. lesného vegetačného stupňa vytvárajú silnú konkurenciu buka voči ostatným drevinám. Rovnako dôležitým faktorom však môžu byť aj rôzne dĺžky prirodzeného vývojového cyklu vzhľadom na rôzne dĺžky dožívania sa jednotlivých druhov drevín nachádzajúcich sa na jednotlivých plochách (ČABOUN, 1997) a medzidruhové vzťahy, výrazne sa prejavujúce v rámci vnútroekosystémových vzťahov (ČABOUN, 2006).

Naopak znižovanie podielu (úbytok) jedle najmä v 70. rokoch minulého storočia je tiež často konštatovaným javom, na ktorom sa podieľal komplex príčin (MÁLEK, 1983). V tejto súvislosti sa publikovalo viacero teórií (hypotéz) o príčinách odumierania jedle, pričom jednou z nich bol aj v minulosti známy poznatok o citlivosti jedle voči ťažbovým zásahom, osobitne vo vyššom veku (KORPEL,

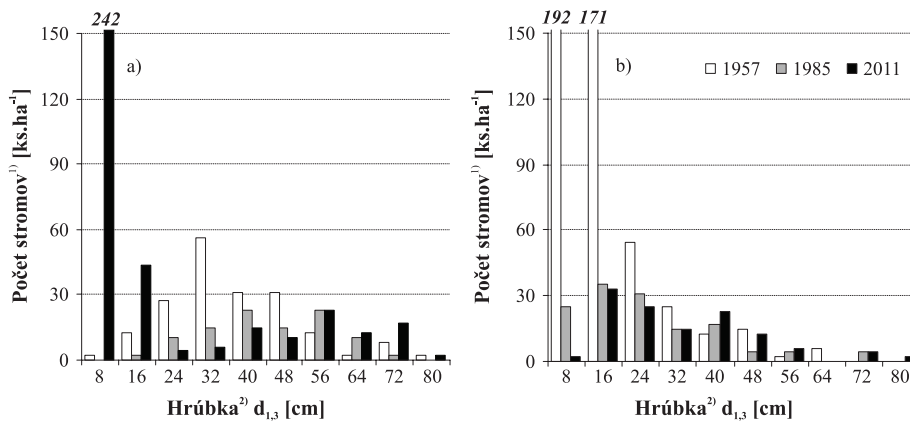
VINŠ, 1965). Potvrdili to aj zistenia na VÚO Komárnik, keď na kontrolnej TVP 7 (bez zásahov) sa zastúpenie jedle zvýšilo, kým na ploche so zásahmi (TVP 4) kleslo.

Pozoruhodný je aj pokles podielu bresta horského na TVP 7 (o 11,6 %), čo zrejme súvisí s kompetičnými vzťahmi voči buku, javoru horskému a jedli, ktoré zaznamenali vzostup. Zníženie zastúpenia bresta zistil v niektorých pralesoch Slovenska aj KORPEL (1989).

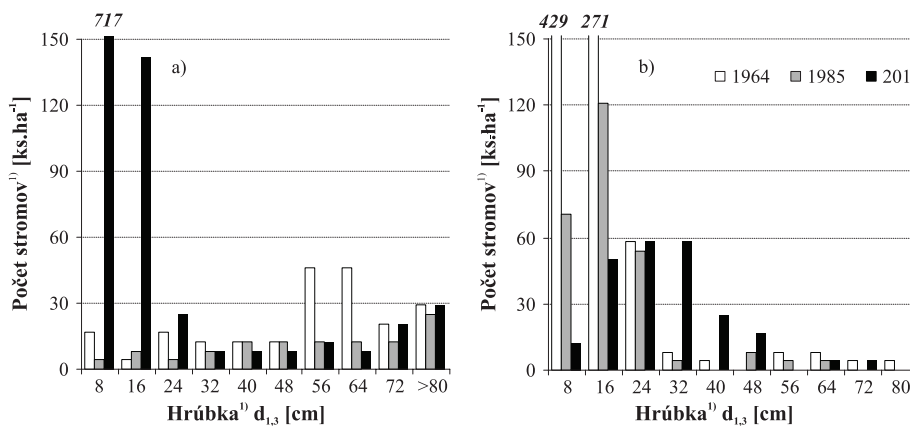
3.2. Vývoj hrúbkovej štruktúry

Hrúbkovú vyspelosť sledovaných porastov charakterizuje rozdelenie hrúbkových početností (obr. 2 a 3) na

začiatku sledovania, v roku 1985 a pri poslednom meraní v roku 2011. Vývoj strednej hrúbky buka a jedle na oboch TVP dokumentuje tabuľka 2. Stredná hrúbka jedle sa na obidvoch plochách postupne zvyšovala zásluhou odstraňovania podúrovňových a vrastavých jedincov. Naopak, stredná hrúbka buka sa ku koncu pozorovaného obdobia výrazne znižovala v dôsledku ťaženia stromov s najväčšími dimenziami ako aj prerastenia mladých bukov cez registračnú hranicu.



Obr. 2. Rozdelenie hrúbkových početností buka (a) a jedle (b) na TVP 4 na začiatku výskumu, v strede a v roku 2011
Fig. 2. Diameter frequency distribution of beech (a) and fir (b) on PRP 4 in the initial stage of the research, in the middle, and in 2011
¹⁾Number of trees, ²⁾Diameter



Obr. 3. Rozdelenie hrúbkových početností buka (a) a jedle (b) na TVP 7 na začiatku výskumu, v strede a v roku 2011
Fig. 3. Diameter frequency distribution of beech (a) and fir (b) on PRP 7 in the initial stage of the research, in the middle and in 2011
¹⁾Number of trees, ²⁾Diameter

Tabuľka 2. Stredná hrúbka na TVP 4 a TVP 7

Table 2. Mean diameter on PRP 4 and PRP 7

Plocha ¹⁾	Drevina ²⁾	Stredná hrúbka ³⁾ [cm]								
		1957	1963	1968	1975	1980	1985	1990	1995	2011
TVP 4	Buk ⁴⁾	40,2	—	43,1	41,3	43,3	45,9	28,1	29,7	28,5
	Jedľa ⁵⁾	20,2	—	21,6	25,0	27,5	29,2	29,6	30,7	36,1
TVP 7	Buk ⁴⁾	—	58,0	—	57,7	60,8	62,4	65,5	25,4	24,6
	Jedľa ⁵⁾	—	18,6	—	18,7	19,7	21,3	23,2	23,5	31,2

¹⁾Research plot, ²⁾Tree species, ³⁾Mean diameter (DBH), ⁴⁾Beech, ⁵⁾Fir

Z údajov uvedených na obrázku 3 vidno, že na TVP 4 pri založení plochy bola veľmi početná jedľa v nižších hrúbkových stupňoch (spodnej a strednej vrstve), čo súvisí s jej prirodzenou obnovou v minulosti zrejme vplyvom znižovania zakmenenia, resp. porastových medzier vzniknutých po ťažbe alebo vývratoch jedincov s väčšími dimenziami. Buk tvoril spolu s jedľou prevažne strednú a hornú vrstvu.

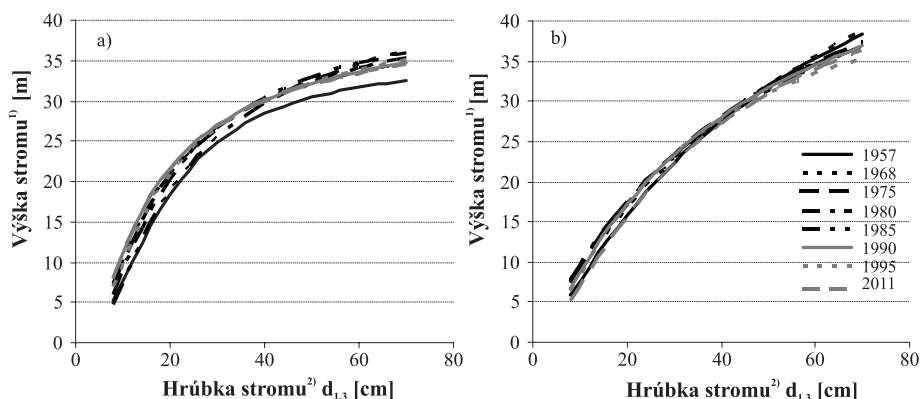
Po 54 rokoch došlo vplyvom zásahov, prirodzeného úbytku a kompetičných vzťahov k zmene, keď sa znížila početnosť jedle v nižších hrúbkových stupňoch. Vzhľadom na to, že nedisponujeme informáciami o eventuálnom vplyve, napr. zveri a ďalších faktorov, ktoré by to mohli ovplyvniť, nazdávame sa že to mohlo byť spôsobené zvýšenou mortalitou jej prirodzeného zmladenia v dôsledku zmenených svetelných podmienok pri zásahoch, resp. abiotických činiteľoch, ale tiež vplyvom konkurencie vitálnejšieho buka, prípadne poškodzovaním zverou a allelopatickými vzťahmi ovplyvňujúcimi zmladenie a vývoj jednotlivých drevín. Nasvedčuje tomu aj zvýšená početnosť buka (prirodzenej obnovy) v porastových medzerách vzniknutých abiotickými činiteľmi (vývratmi) a ťažbou. V konkurenčnom boji prirodzenej obnovy je buk vždy kompetične sil-

nejší, osobitne v podmienkach jeho rastového optima a na živných stanovištiach (KORPEL, 1966).

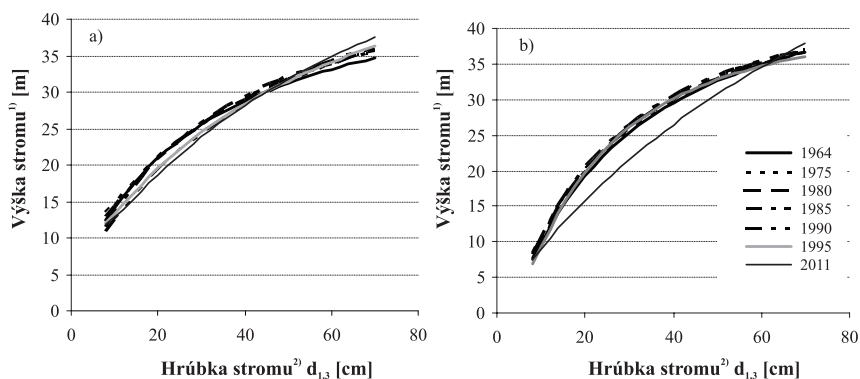
Podobný vývoj je zrejme aj na TVP 7, kde je však zastúpenie jedle nižšie v porovnaní s TVP 4. Vyskytuje sa hlavne v nižších hrúbkových stupňoch, t. z. v dolnej vrstve. Buk, ktorý sa tu prirodzene zmladil už odrástol vďaka kompetičnej prevahe nad jedľou a rozdielnej dĺžky prirodzeného vývojového cyklu a v súčasnosti tvorí prevažne hornú a strednú vrstvu.

3.3. Výšková štruktúra

Výškovú štruktúru charakterizujú výškové krivky jednotlivých drevín v jednotlivých obdobiach vývoja porastu (obr. 4 a 5). Rozdiel medzi výškovými krivkami v jednotlivých rokoch je malý, čo súvisí s vysokým vekom oboch porastov a tým aj nízkou intenzitou výškového rastu. Výrazný rozdiel vo výškových krivkách sa ukázal iba v prípade jedle na TVP 7. Príčinou tohto rozdielu je, že medzi predposledným meraním (1995) a meraním v roku 2011 odumreli najmä stromy s hrúbkami 30 – 50 cm, čo spôsobilo nedostatok jedincov v strednej časti výškového krivky a zmenu tvaru výškového krivky.



Obr. 4. Výškové krivky buka (a) a jedle (b) na TVP 4
Fig. 4. Height-to-diameter curves of beech (a) and fir (b) on PRP 4
¹⁾Height, ²⁾Diameter



Obr. 5. Výškové krivky buka (a) a jedle (b) na TVP 7
Fig. 5. Height-to-diameter curves of beech (a) and fir (b) on RPR 7
¹⁾Height, ²⁾Diameter

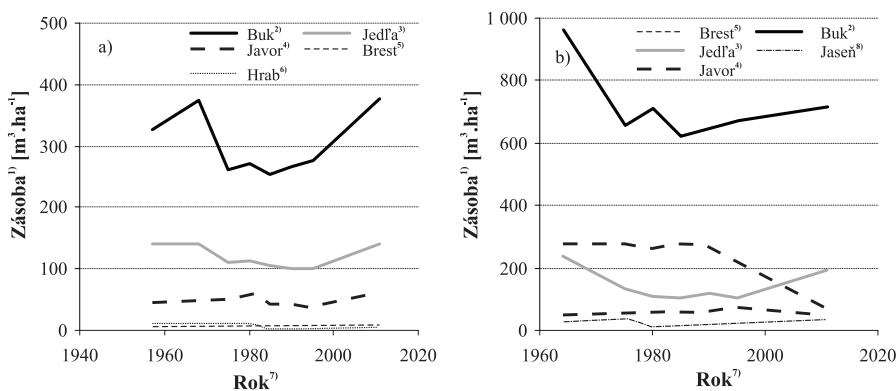
3.4. Kvantitatívna produkcia

Kvantitatívnu produkciu dokumentujú obrázky 6 a 7, resp. tabuľka 3. TVP 4 bola obhospodarovaná výberkovým spôsobom. Pri založení plochy v roku 1957 mala zásobu $546 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, pri poslednom meraní v roku 2011 to bolo $589 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. V období medzi týmito rokmi bolo vyťažených $574 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$ drevnej hmoty. Z daných údajov vyplýva, že za celé sledované obdobie prirástlo $617 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, čo predstavuje priemerne $11,43 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. Tento prírastok je spôsobený jednak rastom evidovaných stromov na ploche ako aj dorastaním mladých stromov do registračnej hranice (7 cm v $d_{1,3}$). Plocha sa vyznačuje pomerne vysokým zastúpením stromov s objemom nad 2 m^3 (prevažne listnatých). Kým v roku 1957 bol tento podiel 12 %, v roku 2011 už 19 % a to aj napriek tomu, že v priebehu rokov dochádzalo k cieľnému výrubu týchto stromov (predovšetkým buka a javora). K najvýraznejšiemu úbytku zásoby, do ktorého je okrem ťažby zarátané aj odumretie stromov z abiotických alebo biotických príčin, došlo medzi rokmi 1968 – 1975

kedy bola zásoba znížená o $208 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, čo predstavuje viac ako tretinu celkovej zásoby, predovšetkým z dôvodu vyťaženia bukov s objemami $4 - 9 \text{ m}^3$ a veľkého množstva podúrovňových a vrastavých jedlí chradnúcich z dôvodu nedostatku svetla.

Jedle väčších dimenzií sa úmyselne ťažili iba ojedinele. K ďalšiemu úbytku zásoby ($103 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$) došlo v období medzi rokmi 1980 – 1985 kedy bolo vyťažených niekoľko bukov s objemom $2 - 8 \text{ m}^3$ a jeden javor s objemom 9 m^3 . Celkom do roku 2011 ubudlo 58 % bukov a 76 % jedlí evidovaných na začiatku založenia plochy.

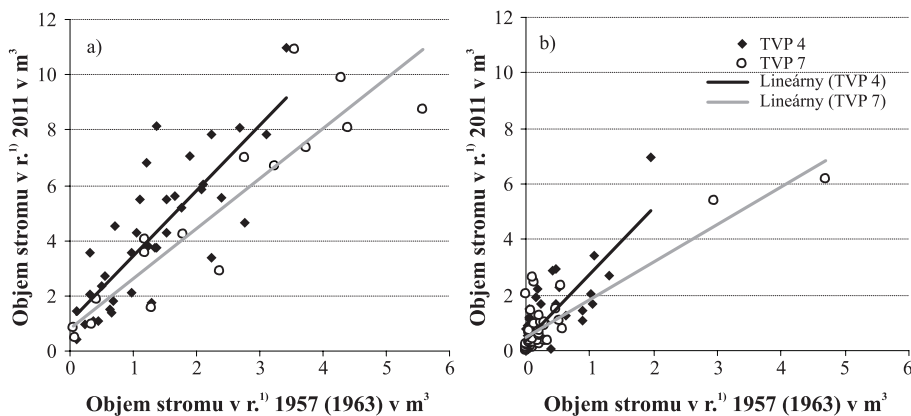
TVP 7 má v porovnaní s TVP 4 približne dvojnásobný počet stromov na hektár a viac než dvojnásobnú zásobu (v niektorých rokoch až trojnásobnú). V roku 1963 mala výskumná plocha zásobu $1556 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, v roku 2011 $1150 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, úbytok v danom období bol $1513 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$. Za celé sledované obdobie prirástlo $1106 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$, čo predstavuje priemerne $23,04 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1} \cdot \text{rok}^{-1}$. K najvýraznejšiemu úbytku zásoby došlo podobne ako na TVP 4 v období medzi



Obr. 6. Vývoj zásoby hrubiny bez kôry (h.b.k) jednotlivých drevín na hektár na TVP 4 (a) a TVP 7 (b)

Fig. 6. Development of the volume of the timber up the top diameter of 7 cm per hectare on PRP 4 (a) and PRP 7 (b)

¹⁾Growing stock, ²⁾Beech, ³⁾Fir, ⁴⁾Maple, ⁵⁾Elm, ⁶⁾Hornbeam, ⁷⁾Year, ⁸⁾Ash



Obr. 7. Porovnanie objemového prírastku (h.b.k) stromov buka (a) a jedle (b) v sledovanom období na TVP 4 a TVP 7

Fig. 7. Comparison of the volume increment during the study period between beech (a) and fir (b)

¹⁾Volume increment in

Tabuľka 3. Zásoba uhlíka v nadzemnej dendromase drevín na TVP 4 a TVP 7

Table 3. Carbon stock of aboveground biomass of tree species (without foliage) on PRP 4 and PRP 7

Plocha ¹⁾	Drevina ²⁾	Zásoba uhlíka ³⁾ [t.ha ⁻¹]								
		1957	1963	1968	1975	1980	1985	1990	1995	2011
TVP 4	Buk ⁴⁾	130,7	—	149,3	101,0	98,1	100,9	107,1	106,6	149,0
	Jedľa ⁵⁾	29,2	—	28,9	22,5	23,2	21,4	20,4	20,4	28,3
	Javor ⁶⁾	16,9	—	18,8	19,8	21,6	16,4	17,1	13,9	22,4
	Brest ⁷⁾	1,6	—	2,0	2,2	2,5	1,6	1,6	1,8	2,7
	Hrab ⁸⁾	4,3	—	3,9	3,9	4,5	0,9	1,1	1,1	2,1
	Spolu ⁹⁾	182,7	—	202,9	149,4	149,9	141,2	147,3	143,8	204,5
TVP 7	Buk ⁴⁾	—	373,8	—	255,9	275,6	243,2	252,5	269,0	289,1
	Jedľa ⁵⁾	—	49,1	—	27,4	22,5	21,9	24,6	21,2	39,0
	Javor ⁶⁾	—	20,0	—	21,2	23,6	21,4	24,5	26,8	17,5
	Brest ⁷⁾	—	100,0	—	101,7	94,9	102,0	97,6	74,6	37,1
	Jaseň ¹⁰⁾	—	11,2	—	13,7	5,9	6,3	7,5	8,0	12,2
	Spolu ⁹⁾	—	554,1	—	419,9	422,5	394,8	406,7	399,6	394,9

¹⁾Research plot, ²⁾Tree species, ³⁾Carbon stock, ⁴⁾Beech, ⁵⁾Fir, ⁶⁾Maple, ⁷⁾Elm, ⁸⁾Hornbeam, ⁹⁾Total, ¹⁰⁾Ash

rokmi 1963 – 1975, kedy aj na tejto ploche bola zásoba znížená o viac ako tretinu (o 544 m³.ha⁻¹). Ťažba bola vykonaná z dôvodu likvidácie snehovej kalamity zo začiatku januára roku 1966, pri ktorej sa z celej postihnutej oblasti vyťažilo vyše 2 000 m³ dreva. Po tomto období už na ploche neboli vykonávané žiadne ťažobné zásahy a všetky úbytky zásoby boli spôsobené mortalitou stromov. V roku 1984 keď bola vyhlásená NPR Komárnická jedlina sa TVP 7 stala jej súčasťou. Odumreté jedince sa nespracovávali a boli ponechané na ploche. K významnému úbytku zásoby došlo v období medzi rokmi 1995 – 2011 kedy odumrelo viac ako 60 % brestov na ploche a niekoľko veľkých bukov. Tento úbytok bol však vykompenzovaný prírastkom zásoby viac ako 200 mladých bukov, ktoré v tomto období prerástli registračnú hranicu. Celkom bol do roku 2011 zaznamenaný úbytok 65 % bukov a 75 % jedlí evidovaných na začiatku založenia plochy. Vývoj zásoby hrubiny bez kôry (h.b.k) jednotlivých druhov drevín v sledovanom období na TVP 4 a TVP 7 je znázornený na obrázku 6. S vývojom zásoby hrubiny bez kôry úzko koreluje zásoba uhlíka v nadzemnej biomase (bez listov), ktorá je uvedená v tabuľke 3.

Napriek pravidelným a v niektorých rokoch intenzívnym zásahom zásoba na TVP 4 mierne vzrástla. Na TVP 7 došlo k úbytku zásoby od založenia plochy o 25 %, ale aj tak sa udržuje na vysokej úrovni nad 1 100 m³.ha⁻¹, čo svedčí o potenciáli porastu v pomerne krátkom čase upraviť zníženú zásobu na pôvodnú úroveň. Obrázok 7 dokumentuje ako vzrástli objemy tých istých stromov buka a jedle od založenia TVP do posledného merania v roku 2011, čím vyjadruje rastový potenciál týchto stromov za posledných približne 50 rokov. Veľkosť objemového prírastku na TVP 4 je pri buku a jedli takmer rovnaká, na TVP 7 je objemový prírastok buka väčší ako jedle. Porovnanie medzi plochami ukazuje, že objemový prírastok oboch drevín je väčší na TVP 4, čo je okrem o 6 rokov dlhšieho rastu zapríčinené aj inými faktormi (pravdepodobne aj tým, že stromy rastú

v uvoľnenejšom zápoji). Celkom za sledované obdobie buky na TVP 7 v priemere zdvojnásobili svoje objemy, kým buky na TVP 4 svoje objemy takmer strojnásobili. Priemerný objemový prírastok za obdobie od založenia plochy (11,4, resp. 23,0 m³.ha⁻¹.rok⁻¹) je na oboch TVP výrazne väčší ako v porovnateľnom bukovom poraste (rovnakého veku a bonity) obhospodarovanom holorubným hospodárskym spôsobom.

Pre 160-ročný bukový porast bonity 28 udávajú rastové tabuľky hlavných drevín (HALAJ, PETRAŠ, 1998) pre plné zakmenenie priemerný objemový prírastok 3,4 m³.ha⁻¹.rok⁻¹ hrubiny bez kôry za obdobie posledných 50 rokov. Treba však poznamenať, že uvedený prírastok platí pre rovnoveké a rovnorodé porasty, čo sťažuje porovnanie s predmetnými TVP, ktoré boli zasiahnuté vplyvom abiotických činiteľov (vývraty, zlomy) a úmyselnej ťažby. BRUCHÁNIK (2012a) uvádza priemerný objemový prírastok v chorvátskych bukovo-smrekovo-jedľových porastoch obhospodarovaných výberkovým spôsobom na úrovni 8 m³.ha⁻¹.rok⁻¹ pri priemernej zásobe 400 – 500 m³.ha⁻¹, čo je porovnateľné s hodnotami zistenými na TVP 4. Ten istý autor (BRUCHÁNIK, 2012b) uvádza, že priemerné hektárové zásoby výberkových porastov na Slovensku sú zhruba 330 – 450 m³ pri objemových prírastkoch 6 – 9 m³.ha⁻¹.rok⁻¹. Ťažbový etát na týchto plochách sa spravidla pohybuje na úrovni naakumulovaného prírastku, čo je decenálne 70 – 80 m³.ha⁻¹ a zodpovedá intenzite ťažby na úrovni zhruba 20 % zásoby. Pri takejto intenzite ťažby by bolo možné na TVP 4 ťažiť približne 110 m³.ha⁻¹ za decénium. Údaje z TVP 7 týkajúce sa produkčných pomerov sú zas podobné s tými, ktoré zistil KORPEL (1989) v prírodnej rezervácii Badínsky prales, ktorá má porovnateľné prírodné a stanovištné podmienky. Na ploche v štádiu optima zistil zásobu 1 015,53 m³.ha⁻¹, resp. na plochách so začínajúcim a pokročilým rozpadom 795,58 m³.ha⁻¹ a 745,26 m³.ha⁻¹.

3.5. Zásoby uhlíka nadzemnej dendromasy

Vývoj uhlíkových zásob viazaných v nadzemnej dendromase stromov (hrubina+tenčina) je uvedený v tabuľke 3. Z priebehu hodnôt zásob na obidvoch sledovaných plochách je evidentné ich kolísanie počas celého sledovaného obdobia. Tento jav súvisí primárne s odstraňovaním jednotlivých stromov, či už v dôsledku prirodzeného odumierania alebo ťažby. Pri porovnaní uhlíkovej zásoby u jednotlivých drevín je vidieť vyššiu zásobu v prípade buka, javora a brestov na ploche 7 a naopak jedle na ploche 4. Zásoba uhlíka je však na ploche 4 od roku 1975, dva až trikrát nižšia v porovnaní s plochou 7. Čo sa týka uhlíkových zásob viazaných v stromovej dendromase, porovnateľné výsledky v jedľobučinách publikovali VILHAR, ŠIMONČIČ (2010) a MAREK *et al.* (2011).

3.6. Odumretá ležiaca hrubina na výskumných plochách

Zásoba ležiaceho odumretého dreva (hrubiny) je na jednotlivých plochách rozdielna (tab. 4). Avšak vidno, že pokiaľ je zásoba ležaniny na TVP 7 vysoká ($230 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), tak na TVP 4 je relatívne nízka ($46 \text{ m}^3 \cdot \text{ha}^{-1}$), v porovnaní napr. s pralesmi, ale pre obhospodarovaný porast je to niekoľkonásobok bežných hodnôt. Keďže plocha 7 sa nachádza

v rezervácii, sú tieto rozdiely logické. Pokiaľ ide o rozdiely v rozmeroch ako je priemerná hrúbka ležaniny na hrubšom konci, či priemerná dĺžka ležaniny, rozdiely sú relatívne malé. Veľký rozdiel, ktorý aj determinuje rozdiel v zásobách, je v celkovom počte kusov.

Veľké rozdiely v zásobách odumretého ležiaceho dreva sú výsledkom rozdielneho manažmentu lesov. Zatiaľ čo TVP 4 sa nachádza v lese obhospodarovanom podľa Programu starostlivosti o lesy (bývalé LHP), TVP 7 je umiestnená v časti, ktorá bola v roku 1984 vyhlásená za prírodnú rezerváciu, takže odvtedy sa tam nezasahuje. Je pritom známe, že množstvo mŕtveho dreva je nižšie v obhospodarovaných lesoch ako v prírodných lesoch či pralesoch (SPETICH *et al.*, 1999; PEDLAR *et al.*, 2002; LOMBARDI *et al.*, 2008). Objem mŕtveho dreva v pralesoch pritom závisí na lesnom type a objeme živých stromov (ZRAK, SANIGA, 2011). Taktiež objem mŕtveho dreva významne kolíše počas vývojového cyklu (SANIGA, SCHÜTZ, 2001, 2002; CHRISTENSEN *et al.*, 2005). Tieto výsledky korešpondujú s hodnotami uvedených autorov, ale treba zdôrazniť, že sú to iba 2 porovnávané TVP, takže pre objektívnejšie zhodnotenie, resp. porovnanie by bol potrebný bohatší experimentálny materiál.

Tabuľka 4. Základné kvantitatívne charakteristiky ležaniny na plochách
Table 4. Basic quantitative characteristics for lying deadwood recorded in the plots

TVP	N [ks.ha ⁻¹]	D _{hk}		V [m ³ .ha ⁻¹]	L	
		Priemer ¹⁾ [cm]	Smerodajná odchýlka ²⁾		Priemer ¹⁾ [cm]	Smerodajná odchýlka ²⁾
4	63	31,7	17,0	46	7,2	5,1
7	333	38,9	20,8	230	9,1	8,2

Poznámka – Note: D_{hk} – hrúbka ležaniny na hrubšom konci – diameter of deadwood at its larger end, V – zásoba ležaniny – volume of deadwood > 7 cm dbh, L – dĺžka ležaniny – deadwood length, N – počet kusov ležaniny na hektár – number of deadwood logs per hectare.

¹⁾Average, ²⁾Standard deviation

4. Záver

Na základe analýzy získaných výsledkov dlhodobého sledovania dvoch jedľovo-bukových porastov v oblasti Východných Karpát, resp. výskumno-účelovom objekte „Komárnik“ možno konštatovať:

- Na TVP 4 (zasahovanej úmyselnou ťažbou) sa po 54 rokoch podiel buka zvýšil o 7 %, ale pri jedli došlo k zníženiu o 4,7 %. Rovnaký trend sme zaznamenali aj na TVP 7 (čiastočne zasiahnutou snehovou kalamitou v roku 1966), keď za 48 rokov sa zastúpenie buka zvýšilo o 3,3 %. Na rozdiel od zasahovanej plochy sa podiel jedle na TVP 7 zvýšil o 3,8 %.
- Zaznamenali sme aj pokles podielu bresta horského na TVP 7 (o 11,6 %), čo zrejme súvisí s kompetičnými vzťahmi voči buku, javoru horskému a jedli, ktoré zaznamenali vzostup, ale aj s problémami, ktoré mali bresty v minulosti.

- Stredná hrúbka jedle sa na obidvoch plochách postupne zvyšovala v dôsledku odstraňovania (úbytku) podúrovňových a vrastavých jedincov. Naopak, stredná hrúbka buka sa ku koncu pozorovaného obdobia výrazne znižovala v dôsledku úbytku stromov s najväčšími dimenziami ako aj prerastenia mladých bukov cez registračnú hranicu.
- Výrazný rozdiel vo výškových krivkách sa ukázal iba v prípade jedle na TVP 7. Príčinou tohto rozdielu je, že medzi predposledným meraním (1995) a meraním v roku 2011 odumreli najmä stromy s hrúbkami 30 – 50 cm. Možno konštatovať, že počas takmer polstoročia sa priebeh a tvar výškových vývojových kriviek významne nezmenil.
- Objemový prírastok na ploche obhospodarovanej výberkovým spôsobom, ako aj na ploche, ktorá bola dost značne postihnutá snehovou kalamitou v roku 1966,

hoci neskôr bola bez zásahov je niekoľkonásobne vyššia ako v porovnateľných porastoch obhospodarovaných holorubným hospodárskym spôsobom a je značný aj vo vysokom veku porastov. Intenzita rastu na ploche obhospodarovanej výberkovým spôsobom je taká vysoká, že pri ťažbe iba naakumulovaného decenálneho prírastku je možné ťažiť až 110 m³.ha⁻¹.

- Zásoba uhlíka viazaná v nadzemnej dendromase živých stromov bola na TVP 4 permanentne od roku 1975, dva až trikrát nižšia v porovnaní s TVP 7.
- Zásoby mŕtveho dreva na TVP 4 a 7 sú veľmi rozdielne, čo vyplýva z rozdielneho manažmentu a vývoja na jednotlivých TVP. Kým TVP 4 patrí do pomerne intenzívne obhospodarovaného lesa, TVP 7 s výnimkou odstránenia následkov snehovej kalamity v minulosti sa nachádza v prírodnej rezervácii, t. z. bez ďalších zásahov pričom si zachovala charakter prírody blízkeho lesa.

PodĎakovanie

Táto práca bola podporovaná Agentúrou na podporu výskumu a vývoja na základe zmluvy č. APVV-0608-10, zmluvy č. APVV-0262-11 a tiež v rámci projektu Technologické agentury ČR č. TA02021250 „Pěstebně-ekologické a ekonomické optimum výchovy lesních porostů.“

Literatúra

- BALANDA, M., SANIGA, M., 2011: Spatial pattern of living trees among individual phases of developmental cycle of old-growth forest NNR Hrončecký grůň. *Beskydy*, 4(2): 91-100.
- BRUCHÁNIK, R., 2012a: Výberkové hospodárenie v chorvátskych lesoch. *Lesník* 10/2012, s. 21.
- BRUCHÁNIK, R., 2012b: Výberkové hospodárenie si rozhodne zaslúži väčšiu pozornosť. *Les, Letokruhy* 11–12, 2012, s. 37-40.
- CHRISTENSEN, M. et al., 2005: Dead wood in european beech forest reserves, *Forest Ecology and Management*, 210, p. 267-282.
- ČABOUN, V., 1997: Ekologická stabilita lesných ekosystémov vzhľadom na ich vývojové štádium. In: MIDRIAK, R. a kol. (eds.): Racionálne využívanie a obhospodarovanie chránenej krajiny - Biosférickej rezervácie Poľana. Zvolen: TU Zvolen, s. 169-172.
- ČABOUN, V., 2006: Tree-tree allelopathic interactions in middle European Forests. *Allelopathy journal*, 17(1): 17-32.
- ČABOUN, V., MINĐÁŠ, J., PRIWITZER, T., ZÚBRIK, M., MORAVČÍK, M. et al., 2008: Vplyv globálnej klimateckej zmeny na lesy Slovenska. (Záver. správa). Zvolen, NLC-LVÚ, 306 s. + 579 s. príloh.
- GREGUŠ, C., 2002: Dlhodobý rozvoj lesného hospodárstva na Slovensku (Štúdia). Zvolen, ÚEL SAV, 54 s.
- HALAJ, J., PETRÁŠ, R., 1998: Rastové tabuľky hlavných drevín. Bratislava, SAP, 325 s.
- HERCHL, A., TÓTHOVÁ, S., 2000: Výskumno-účelový objekt Komárnik. (Správa). Zvolen, LVÚ – VS Košice, 35 s.
- JANČIŠIN, M. a kol., 1993: Výskum uplatnenia ťažbovo-obnovných postupov a ich efektívnosť (Záv. správa). Zvolen, LVÚ Zvolen, 79 s.
- KORPEL, Š., VINŠ, B., 1965: Pestovanie jedle. Bratislava: SVPL, 340 s.
- KORPEL, Š., 1966: Prírodná obnova v jedľovo-bukovom stupni. In: III. vedecká konferencia VÚLH – I. časť referáty. Zvolen, VÚLH, s. 1-11.
- KORPEL, Š., 1989: Pralesy Slovenska. Bratislava: Veda, 332 s.
- KOŠÚT, M., 1968: Výberný les vo výskumnom objekte Komárnik. *Les*, 24(7): 295-299.
- KOŠÚT, M., 1970: Vývoj výnosovej úpravy lesa vo výskumnom objekte Komárnik. In: Vedecké práce VÚLH vo Zvolene. Bratislava, Príroda, zv.13, s. 147-172.
- KOŠÚT, M., 1972: Zmeny v štruktúre stromovia na trvalých výskumných plochách výskumného objektu Komárnik za obdobie 1958–1968. In: Vedecké práce VÚLH vo Zvolene. Bratislava, Príroda, zv. 15, s. 249-276.
- KOŠÚT, M., 1975: Výskum a výsledky uplatňovania nových technológií vo výskumnom objekte Komárnik. *Zprávy lesníckeho výzkumu*, 21(2): 27-29.
- KOŠÚT, M., 1982: Tridsať rokov výberného spôsobu hospodárenia v lesoch na východnom Slovensku. *Lesnícky časopis*, 28(5): 375-381.
- LOMBARDI, F., LASSERRE, B., TOGNETTI, R., MARCHETTI, M., 2008: Deadwood in Relation to Stand Management and Forest Type in Central Apennines (Molise, Italy), *Ecosystems*, 11: 882-894, DOI:10.1007/s10021-008-9167-7.
- MÁLEK, J., 1983: Problematika ekologie jedle bělokoré a jejího odumírání. Praha: Academia, 112 s.
- MAREK, M., V. a kol., 2011: Uhlík v ekosystémech České republiky v měnícím se klimatu. Vyd.1, Praha, Academia, 255 s.
- MIDRIAK, R. a kol., 1985: Obhospodarovanie lesov vo flyšových oblastiach so zreteľom na ochranu pôdy. (Záv. správa). Zvolen, VÚLH – VS Košice, 88 s. + 34 s. prílohy.
- MIDRIAK, R. a kol., 1988a: Lesnícky výskum na východnom Slovensku. Bratislava: Príroda, 248 s.
- MIDRIAK, R. a kol., 1988b: Obhospodarovanie lesov vo flyšových oblastiach. *Lesnícke štúdie* č. 44/1987, Bratislava, Príroda, 160 s.
- PAJTÍK, J., PRIWITZER, T., CIBULA, R., 2009: Kvantifikácia uhlíkových zásob a ich bilančných zmien na regionálnej úrovni. *Lesnícky časopis - Forestry Journal*, 55(4): 353-365.
- PETRÁŠ, R., PAJTÍK, J., 1991: Sústava česko-slovenských objemových tabuliek drevín. *Lesnícky časopis*, 37(1): 49-56.
- PAUMER, V., MIDRIAK, R., 1990: Špecifické problémy obhospodarovania lesov východného Slovenska. (Záv. správa). Zvolen, LVÚ Zvolen, 73 s. + 54 príloh.
- PEDLAR, J., PEARCE, J., VENIER, L., MCKENNEY, D., 2002: Coarse woody debris in relation to disturbance and forest type in boreal Canada. *For Ecol Manage*, 158: 189-194.

- POŽGAJ, A., CHOVANEC, D., KURJATKO, S., BABIAK, M., 1993: Štruktúra a vlastnosti dreva. Bratislava: Príroda, 463 s.
- SANIGA, M., SCHÜTZ, 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): 557-565.
- SANIGA, M., SCHÜTZ, J.P., 2002: Relation of dead wood course within the development cycle of selected virgin forests in Slovakia. *Journal of Forest Science*, 48(12): 513-528.
- SELIGA, J., MIDRIAK, R., 1990: Vplyv foriem hospodárskych spôsobov na plnenie funkcií lesa v zmiešaných jd-bk porastoch vo VO Komárnik. (Záv. správa). Zvolen, LVÚ – VS Košice, 73 s. + prílohy.
- SPETICH, M., SHIFLEY, S., PARKER, G., 1999: Regional distribution and dynamics of coarse woody debris in Midwestern oldgrowth forests. *For Sci*, 45: 302-313.
- ŠTEFANČÍK, I., ŠTEFANČÍK, L., 2001: Assessment of tending effect on stand structure and stability in mixed stands of spruce, fir and beech on research plot Hrable. *Journal of Forest Science*, 47(1): 1-14.
- ŠTEFANČÍK, I., ŠTEFANČÍK, L., 2002: Assessment of long-term tending in mixed stands of spruce, fir and beech on research plot Korytnica. *Journal of Forest Science*, 48(3): 100-114.
- ŠTEFANČÍK, I., ŠTEFANČÍK, L., 2003: Effect of long-term tending on qualitative and quantitative production in mixed stands of spruce, fir and beech on Motyčky research plot. *Journal of Forest Science*, 49(3): 108-124.
- ŠTEFANČÍK, I., 2006: Changes in tree species composition, stand structure, qualitative and quantitative production of mixed spruce, fir and beech stand on Stará Píla research plot. *Journal of Forest Science*, 52(2): 74-91.
- ŠTEFANČÍK, I., PRIWITZER, T., SITKOVÁ, Z., 2012: Výskumno-účelový objekt „Komárnik“ a jeho význam v súčasnosti. *Lesnícky časopis-Forestry Journal*, 58(4): 257-265.
- VILHAR, U., ŠIMONČIČ, P., 2010: Changes of carbon stocks in beech stand in SE Slovenia: Effect of forest management practice. IUFRO Conference, proceedings of the conference. Slovenian Forestry Institute: Slovenian Forest Service, (el. verzia).
- ZRAK, J., 2012: Vplyv rôznej drevinovej skladby na produkčné a rastové charakteristiky pralesa NPR Skalná Alpa. In: SANIGA, M., KUCBEL, S., JALOVIAK, P. (eds.): *Pestovanie lesa v strednej Európe*. Zvolen: TU, s. 115-124.
- ZRAK, J., SANIGA, M. 2011: Necromass volume and structure in the beech-dominated part of the National Nature Reserve Skalná Alpa. *Acta Facultatis Forestalis Zvolen*, 53(2): 29-38.
- tree species growth, forest structure, wood production, and deadwood were investigated to quantify differences between forest stands under different management treatments. The research plot 4 was established in normally managed forest area with the application of close-to-nature techniques, while the research plot 7 (partially untouched) was established in a natural reserve with the highest level of protection. The results showed the following:
- The beech proportion in the stand under the planned management (plot 4) has increased by 7% during the last 54 years of the research, while the proportion of silver fir has decreased by 4.7%. However, the same trend was shown in the plot 7 (partially damaged by snow-break in 1966), where the beech proportion has increased by 3.3% during the last 48 years. In contrast to the stand in the plot 4, here, the silver fir proportion has also increased by 3.8%.
 - A decrease of elm proportion on the plot 7 has been recorded (by 11.6%), which is supposed to be caused by the competition of beech, maple and fir, but also the health problems of elm species in the past.
 - The mean DBH of fir has increased in both plots due to the removal of the small-sized trees from lower tree-layers in the stand. On the other hand, the mean diameter of beech has decreased during the last study years because of decreased large-sized trees, as well as the small-sized trees had reached the registration diameter.
 - The essential difference in height-to-diameter curves was shown only for silver fir in the plot 7. The reason for the difference is that there was a mortality of especially middle-sized trees (30-50 cm) between the last two measurements (1995 and 2011). However, it can be stated that course of height developmental curves was significantly unchanged during almost half of century.
 - The volume increment in the plot managed by the selection techniques (or close-to-nature management), as well as the plot damaged by heavy snow-break in 1966 (plot 7) was found far higher compared to the stands managed by the clear-cutting system. Moreover, the increment reaches high intensity even in the old growth stages. The growth intensity in the stand managed by close-to-nature techniques is so high to allow for harvesting the accumulated volume increment of up to 110 m³.ha⁻¹ per decade.
 - Carbon stock of the above-ground biomass of living trees was two or three times higher in the plot 4 compared to the plot 7 since 1975.
 - The deadwood volume in the plot 4 and 7 is rather different, which follows different forest management, as well as stand development. Plot 4 has developed under the intensive management, contrary to plot 7 (except for removed trees damaged by snow-break in the past) located in the natural reservation, i.e. with no other interventions, at which its close to nature character was fully maintained.

Summary

The paper aims to analyse the growth of fir-beech forest stands in the Eastern Carpathian Mts., in the locality of Komárnik. The two research plots were established in the past in 1950s and 1960s to investigate the effect of different management treatments on growth, structure and wood production of forest stands consisted of silver fir and European beech. Breast-height-diameter and tree height were repeatedly measured in 5-year intervals and the last measurements were performed in 2011 and 2012. In the paper,

Translated by authors

Revised by J. Lásková