



VPLYV FYZIKÁLNO – MECHANICKÝCH VLASTNOSTÍ JUVENILNÉHO TOPOLOVÉHO DREVA NA ENERGETICKÚ NÁROČNOSŤ PRI ROVINNOM FRÉZOVANÍ

Štefan Barcík – Mária Kotlínová – Eva Pivolusková –
– Jana Makovická-Paulínyová

Abstract

This paper deals with pointing out differences in milling of juvenile and mature wood by various technological conditions. A lower cutting power was found caused by different anatomical and chemical structure (lower content of lignin, lower content of cellulose, thinner cell walls, wider cell lumens, shorter cells, and a lower ratio of latewood). The lower cutting performance is caused by lower density from the physical view, and by a decrease in modulus of elasticity and modulus of strength in bending stress, impact toughness, and hardness from the mechanical view.

Key words: *physical and mechanical properties, juvenile and mature wood, poplar wood, milling, cutting power.*

ÚVOD

V poslednom období sa kladie hlavný dôraz v lesnom hospodárstve na to, aby sa vypestovali enormné množstvá dreva vo veľmi krátkych cykloch 4 až 7 rokov u druhov ako je napr. Populus, Eucalyptus, Acacia a značnej skupiny iných druhov listnatých drevín. Využitie juvenilného dreva sa zvyšuje vďaka technologickému rozvoju v spracovaní dreva, veľmi rýchlo sa rozvíjajúcim novým a vylepšeným postupom. Aby sa vyrábalo čo najefektívnejšie, je potrebné poznať požadované vlastnosti a potenciál pre rozvoj vhodného juvenilného dreva.

Rezný výkon je ovplyvňovaný významnou zmenou fyzikálnych a mechanických vlastností juvenilného dreva oproti staršiemu drevu. Preto boli merania doplnené o stanovenie týchto charakteristík po priereze kmeňa, tak aby bola zachytená zmena v tej istej pozícii v strome.

TEORETICKÝ ROZBOR

Vlastnosti juvenilného dreva u roztrúseno-pórovitých drevinách

Bendtsen a Senft (1986) v štúdiu amerických topoľov uvádzajú, že redukovaná hustota u mladých roztrúseno-pórovitých drevinách môže byť premenlivá. Všeobecne platí, že u roztrúseno-pórovitých drevinách vzrastá hrúbka stien vlákien od stržňa smerom ku kôre, z čoho vyplýva zvýšenie redukovanej hustoty. Kvôli rozdielom medzi jednotlivými druhmi

i stromami vznikajú malé rozdiely v redukovanej hustote medzi juvenilným a starším drevom.

Počet ciev na mm^2 je vyšší u juvenilného než u staršieho dreva, celková plocha je menšia a cievy sú užšie. Mikrofibrilárny uhol je u amerických topoľov pri stržni 1,5 krát väčší ako v staršom dreve. V štúdiu uvádzajú významné rozdiely v mikrofibrilárnom uhle pri 5 rokoch $21,8^\circ$ a pri 25 rokoch $12,7^\circ$. Redukovaná hustota pri 5 rokoch bola $0,35 \text{ g.cm}^{-3}$, kým pri 25 rokoch to bolo $0,58 \text{ g.cm}^{-3}$. Vlákna juvenilného dreva sú kratšie a menšie ako v staršom dreve. Dĺžka vlákna bola 0,79 mm pri 5 rokoch a pri 25 rokoch 1,2 mm, zvyšuje sa takmer 2,3 krát od prvého ročného kruhu po štrnásty ročný kruh. Najväčší nárast sa prejaví v prvých šiestich ročných kruhoch.

Juvenilné drevo v topoľoch sa uvádza v prvých 10 ročných kruhoch. Je to založené na pomere minimálnej a maximálnej dĺžky vlákien. Niektoré štúdie určujú zónu juvenilného dreva 8 až 12 ročných kruhov, ale pre topole sa väčšinou určuje 10 ročných kruhov. Bendtsen a Senft (1986) počítali ohraničenie pre juvenilné drevo na základe dĺžky vlákien a redukovanej hustoty na hodnotu 17 ročných kruhov.

Ďalej zistili, že juvenilné drevo topoľov má o 29 % vyšší podiel uhľovodíkov ako staršie drevo, kým na druhej strane podiel glukózy je zase o 10 % vyšší u staršieho dreva. Vlhkostný podiel juvenilného dreva sa značne líši v rámci druhov a obzvlášť s redukovanou hustotou. Väčšina relatívne mladých roztrúseno-pórovitých drevín bez jadra má tendenciu mať vyšší vlhkostný podiel u juvenilného ako u staršieho dreva. Zistilo sa to u veľkej skupiny borovic (Čunderlík a kol., 2004), ako aj topoľov (Zobel&Sprague, 1998).

MATERIÁL A METODIKA

Pri experimentálnych sledovaniach boli použité vzorky z dreveniny topoľ osikový (*Populus tremula*), ktorý pochádzal z oblasti Kováčovská dolina, v nadmorskej výške 375 m n. m. s optimálnymi rastovými podmienkami vo veku 45 rokov s podielom 27 % juvenilného dreva.

Mechanicou manipuláciou výrezov boli získané radiálne experimentálne vzorky o dĺžke 1 m s vlhkosťou po klimatizácii 12 ± 1 %. Frézovanie bolo realizované na spodnej vretenovej fréze s podávačom, pri základných hraničných technologických parametroch $v_c = 30, 45, 60 \text{ m.s}^{-1}$ a $v_f = 2,5$ a 15 m.min^{-1} . Nástrojom bola kotúčová fréza s uhlovou geometriou stanovenou na základe predchádzajúcich experimentov $\gamma_f = 15^\circ$ $\beta_f = 45^\circ$. Využil sa princíp merania rezného výkonu, založený na zmene odoberaného prúdu pohonného elektromotora stroja zo siete.

Metodika pri stanovení mechanických vlastností

Boli stanovené tie vlastnosti, ktoré majú vplyv v procese spracovania, pri kontakte rezného nástroja s obrobkom. Ide o namáhanie dreva na ohyb a rázovú húževnatosť. Ťahové a tlakové pevnosti neboli samostatne sledované, pretože v procese frézovania sú súčasťou ohybových zaťažení.

Všetky telesá určené na meranie mechanických vlastností dreva boli umiestnené do klimatizačnej miestnosti, kde boli vystavené podmienkam teploty $t = 20^\circ\text{C}$ a pri relatívnej vlhkosti vzduchu $\phi = 65$ % dovedy, kým nedosiahli vlhkosť 11 – 12 %. Požadované hodnoty vlhkosti dreva boli zisťované gravimetrickou metódou, t. j. tri pokusné telesá boli odvážené po vybratí z klimatizačnej miestnosti a vložené do sušiarne, kde pri teplote $103 \pm 2^\circ\text{C}$ dosiahli absolútne suchý stav. Po štyroch týždňoch telesá dosiahli požadovanú vlhkosť.

Stanovenie ohybovej pevnosti

Bolo zabezpečené a realizované podľa STN 49 0115 a STN 49 0116 na trhacom zariadení. Ohybová pevnosť sa stanovila na základe výstupu s napäťovo-deformačného diagramu.

Stanovenie rázovej húževnatosti v tangenciálnom smere

Bolo realizované v súlade s normou STN 49 0117 Drevo. Rázová húževnosť v ohybe na Charpyho kladive, získané hodnoty boli ďalej graficky a štatisticky spracovávané.

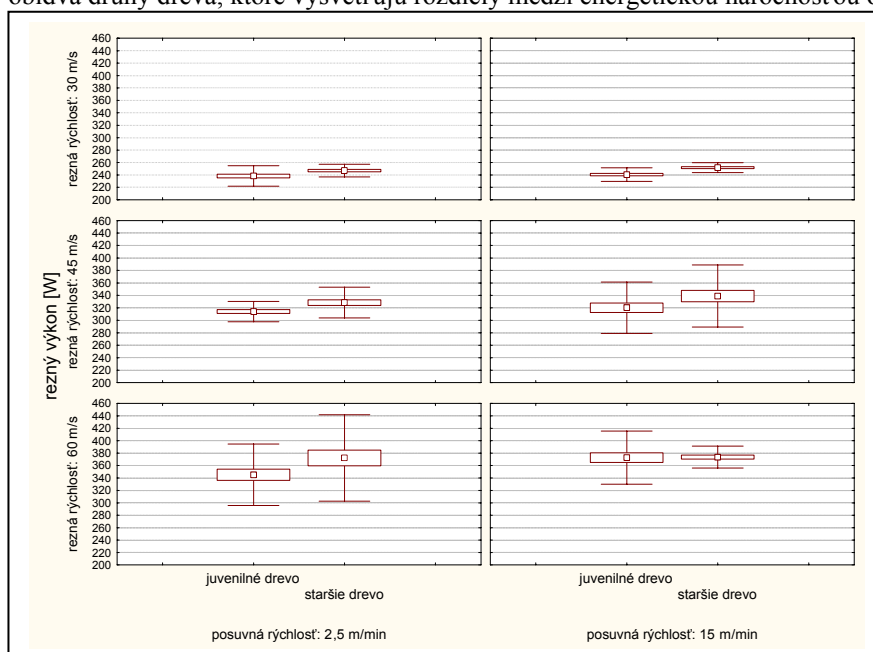
VÝSLEDKY

Bol zisťovaný vplyv druhu dreva na rezný výkon, t. j. vplyv juvenilného a staršieho dreva na energetickú náročnosť obrábania, kde výsledky sú prezentované v tab. 1 a obr. 1 až 5.

Tab. 1 Štatistické vyhodnotenie vplyvu jednotlivých parametrov na rezný výkon

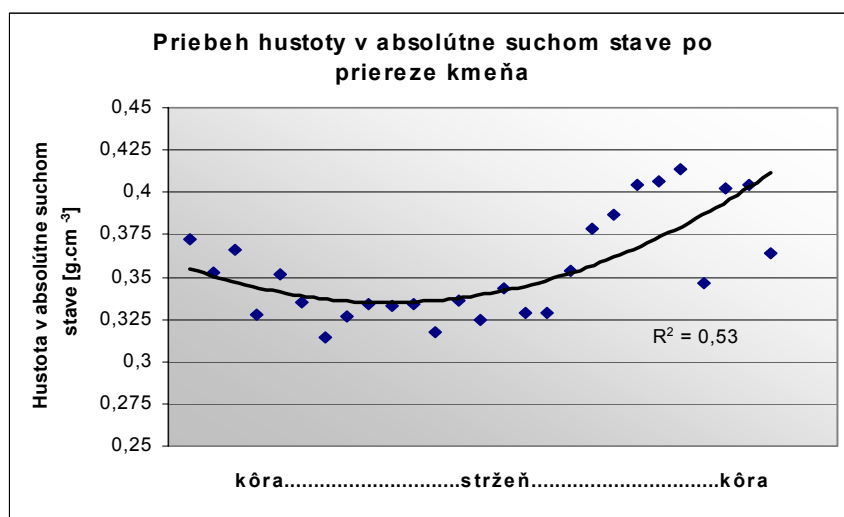
	SČ	Stupňe	PČ	F	p
Abs. Člen	35036664	1	35036664	27963,44	0,000000
rezná rýchlosť	919574	2	459787	366,97	0,000000
Posuvná rýchlosť	6858	1	6858	5,47	0,019869
druh dreva	16444	1	16444	13,12	0,000335

Pri analýze vplyvu bolo zistené, že všetky sledované parametre majú štatisticky významný vplyv na rezný výkon. Príspevok je hlavne zameraný na sledovanie vplyvu juvenilného a staršieho dreva, preto boli určené aj fyzikálne a mechanické vlastnosti pre obidva druhy dreva, ktoré vysvetľujú rozdiely medzi energetickou náročnosťou obrábania.



Obr. 1 Rozdiely medzi spracovaním juvenilného a staršieho dreva

Z obr. 1 je evidentné, že pri frézovaní juvenilného dreva je dosahovaná nižšia energetická náročnosť, teda nižší rezný výkon. Je spôsobený jeho odlišnou anatomickou a chemickou štruktúrou. Drevo, nachádzajúce sa v blízkosti stržňa, sa vyznačuje vyšším obsahom lignínu, ktorý drevu dodáva tvrdosť, nižším podielom celulózy, užšími bunkovými stenami, širšími bunkovými lumenmi, kratšími bunkami, ale aj nižším podielom letného dreva. Tieto charakteristiky vplyvajú predovšetkým na hustotu dreva.

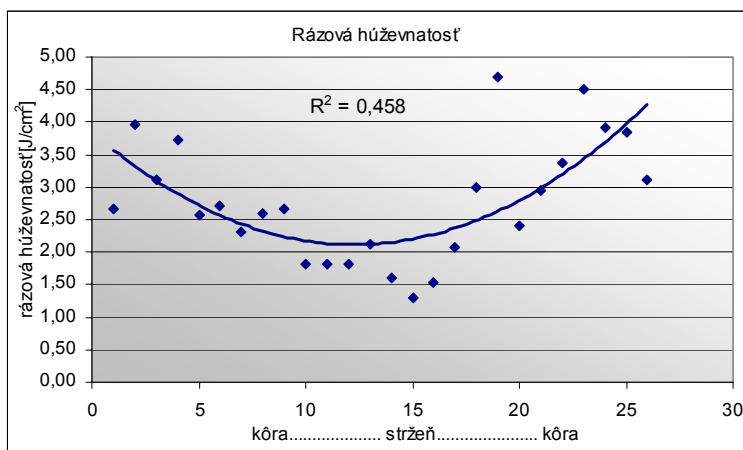


Obr. 2 Priebeg hustoty v absolútne suchom stave po priereze kmeňa

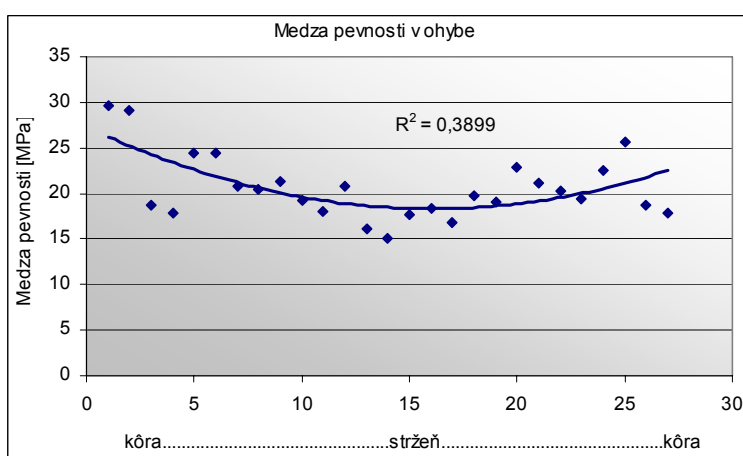
Letné drevo má vždy hrubšie bunkové steny a menšie lumeny, z toho dôvodu v menšom objeme sa skrýva viac drevnej substancie. Spôsobujú to skutočnosti, že na rozdiel od staršieho dreva má juvenilné väčší podiel jarného dreva a prechod medzi jarným a letným drevom je plynulejší a menej pozorovateľný. V zóne výskytu juvenilného dreva sa nachádza letné drevo tvorené vláknami podobnými jarnému drevu (tzv. prechodovými vláknami), čo robí juvenilné drevo „homogénnejším“. Všeobecne platí, že u roztrúseno-pórovitých drevinách vzrastá hrúbka stien vlákien od stržňa smerom ku kôre, z čoho vyplýva zvýšenie redukovanej hustoty. Vlákná juvenilného dreva sú kratšie a menšie ako v staršom dreve (Čunderlík a kol. 2004).

Významné mechanické vlastnosti ovplyvňujúce rezný výkon, sú pokles ťahovej pevnosti dreva, zníženie modulu pružnosti a medze pevnosti pri namáhaní dreva ohybom, nižšia čelná a radiálna tvrdosť, menšia rázová húževnosť. Všetky tieto typy namáhania sa prejavujú v procese frézovania, a preto ovplyvňujú aj rezný výkon ako charakteristiku obrábania dreva.

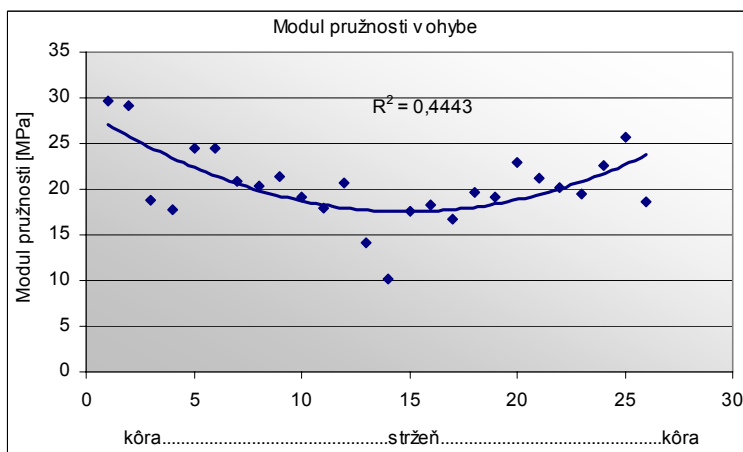
Je zrejme, že juvenilné drevo má rázovú húževnosť nižšiu oproti staršiemu drevu o 40 %, v porovnaní s Požgajom je to až o 50 %. Táto vlastnosť je limitovaná vyšším obsahom lignínu v bunkách, pretože o ligníne je známe, že drevu zabezpečuje tlakovú pevnosť, ale jeho vysoký podiel dodáva aj krehkosť. Na húževnosť vplyva aj odlišný uhol mikrofibríl v bunkovej stene.



Obr. 3 Priebek rázovej húževnatosti po priereze kmeňa



Obr. 4 Priebek modulu pružnosti po priereze kmeňa



Obr. 5 Priebek medze pevnosti po priereze kmeňa

Priebeh modulu pružnosti po priereze kmeňa má konkávny priebeh, v okolí stržňa vykazuje nižšie hodnoty ako v okolí kambia. Juvenilné drevo má teda nižšiu medzu pevnosti. Nižšie hodnoty sú spôsobené anatomicou stavbou juvenilného dreva. Počet ciev na mm² je vyšší u juvenilného než u staršieho dreva, celková plocha je menšia a cievy sú užšie. Juvenilné drevo má menšiu dĺžku ciev, tiež hrúbka bunkových stien má vplyv na pevnosť dreva v ohybe. Ak majú bunky tenšie bunkové steny, ľahšie podľahnú zaťaženiu. Príčinou nižšej pevnosti v ohybe je aj nižší podiel letného dreva, ktoré dodáva drevu vyššiu pevnosť.

ZÁVER

Stanovenie vlastností drevo po priemere, resp. priereze kmeňa ukazujú výrazný rozdiel medzi juvenilným a starším drevom. Takéto sledovanie vlastností dreva je dôležité predovšetkým pri stanovení fyzikálnych, mechanických a aj technologických vlastností dreva. Uvažovať s touto závislosťou vlastnosti na polohe v kmeni je dôležité už pri výbere vzorkového materiálu. Príspevok poukazuje na juvenilné drevo ako materiál, ktorý sa začína spracovávať v drevárskom priemysle, má svoje špecifiká, ktoré treba poznať a správne ich využiť. Medzi jeho technologické prednosti patrí hlavne nižšia energetická náročnosť obrábania vo všetkých smeroch.

Uvedená problematika bola riešená v rámci grantovej úlohy GD – 41(2041) / VÝSKUM RELEVANTNÝCH VLASTNOSTÍ JUVENILNÉHO DREVA RPI KONTAKTNÝCH JAVOCH V PROCESSE OBRÁBANIA S PREDIKCIU JEHO TECHNOLOGICKÉHO SMEROVANIA 1/2403/05

LITERATÚRA

- Čunderlík, I. - Paulínyová, J. 2004. Juvenilné drevo. *Stolársky magazín*, Roč. 5. č. 1-2, 2004, s. 6-7.
- Čunderlík, I. – Barčík, Š. – Kotlíková, M. – Pivolusková, E.: Vybrané fyzikálne a mechanické vlastnosti juvenilného borovicového dreva. *Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2004*, 14 – 17. 10. 2004, pp. 77 – 82.
- STN 49 0117 Drevo. Rázová húževnatosť v ohybe. 1997
- STN 49 0115 Drevo. Zisťovanie medze pevnosti v statickom ohybe. 1979.
- STN 49 0116 Drevo. Metóda zisťovania modulu pružnosti pri statickom ohybe. 1980.
- Thörngvist, T. 1993. Juvenile wood in conifers. Swedish Council for Building Research Stockholm, 4 Edition, 1993, 110 s. ISBN 91-540-5605-5.
- Zobel, B. J. - Sprague, J. R. 1998. Juvenile Wood in Forest Trees. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1998. ISBN 3-540-04032-0.