



## VPLYV TECHNOLOGICKÝCH FAKTOROV NA OPOTREBENIE REZNÉHO KLINU PRI ROVINNOM FRÉZOVANÍ JUVENILNÉHO TOPOĽOVÉHO DREVA

Štefan Barcík – Monika Valjentová - Mária Kotlíňová – Eva Pivolusková

### Abstract

*This work deals with differences in working of juvenile wood compared to nature wood. Dissimilarity displays in practice in different technological properties. As a model process it was chosen milling at various feed and cutting speed, at various angle geometry (various cutting edge and various clearance angle). It was compared blunting of cutting edge by milling process.*

**Key words:** *juvenile wood, nature wood, pine wood, milling, blunting of cutting edge.*

### ÚVOD

Využitie juvenilného dreva sa zvyšuje vďaka technologickému rozvoju a veľmi rýchlo sa rozvíjajúcim novým a vylepšeným postupom. Je evidentné, že juvenilné drevo roztrúseno-pórovitých druhov je ťažko rozlíšiteľné od staršieho dreva. V skutočnosti jednoznačné rozoznanie juvenilného a staršieho dreva nie je dôležité, pretože takmer všetky rýchlorastúce roztrúseno-pórovité dreviny sú ťažené ešte pred tým, ako sa vytvorí staršie drevo. Príspevok prezentuje výsledky sledovania dreviny topoľ, ktorý predstavuje v našich zemepisných šírkach z roztrúseno-pórovitých drevín najväčší zdroj juvenilného dreva. Vzhľadom na rozdielnu anatomickú stavbu, odlišné fyzikálne a mechanické vlastnosti sa rozdiely prejavujú aj v obrábaní juvenilného dreva. Problematika obrábatelnosti materiálov úzko súvisí s procesom opotrebovania rezného nástroja, ktoré je produktom kombinácie zaťažujúcich faktorov, ktoré pôsobia na rezný klin.

### TEORETICKÝ ROZBOR

#### **Juvenilné drevo roztrúseno-pórovitých drevín**

Väčšina roztrúseno-pórovitých drevín produkuje juvenilné drevo, ktoré sa mierne líši od staršieho dreva. Rýchlo rastúce druhy môžu byť preto zoťaté v mladých rokoch dokonca, keď skoro celé drevo je juvenilné, bez značnej straty kvality. Takéto drevo bolo predtým používané málo, ale ako sa inovujú spracovateľské technológie, tak sa začínajú preferovať aj roztrúseno-pórovité druhy drevín.

Rozpoznanie juvenilného dreva u topoľových druhov je vizuálne ťažké, zistilo sa, že objem juvenilného dreva sa pohybuje medzi 28-45 %, tieto hodnoty ukazujú relatívne veľký percentuálny objem juvenilného dreva.

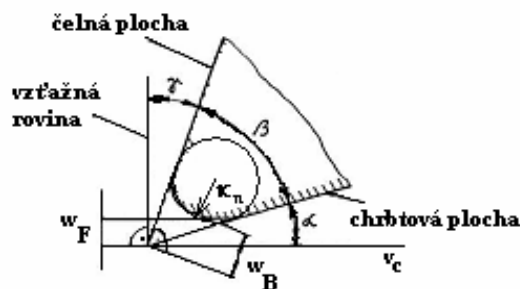
### Mechanizmus opotrebovania nástrojov

Pôsobenie triesky a obrodku na reznú časť nástroja vyvoláva opotrebovanie nástroja. S rezným materiálom prichádzajú do styku vždy nové čisté kovové povrchy. Trecie povrchy pôsobia na seba pod určitým uhlom. V dôsledku interakcie medzi obrábaným a rezným materiálom dochádza k zväčšovaniu rozmerov plošiek opotrebenia na nástroji. Lineárne rozmery opotrebovania rezného klina sa zväčšujú s časom podľa známej krivky (Buda a kol. 1987)

## MATERIÁL A METODIKA

Pri experimentálnych skúškach boli použité vzorky z dreveniny topoľ osikový (*Populus tremula*). Mechanickou manipuláciou s TP výrezov boli získané experimentálne 1 m dlhé radiálne vzorky s konečnou vlhkosťou po klimatizácii  $12 \pm 1$  %. Vzorky boli frézované na frézovacom stroji s podávačom pri technologických parametroch  $v_f = 2,5$  a  $15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$  a  $v_c = 30$  a  $60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ . Frézovacím nástrojom bola dvojžozová kotúčová fréza a s uhlovou geometriou  $\gamma_f = 15^\circ$   $\beta_f = 45^\circ$  s úberom 1 mm. Parametre boli zvolené na základe predchádzajúcich overovacích experimentov (Barčík a kol. 2004) ako aj po ich praktickom zohľadnení.

Opotrebenie rezného klina sa meralo na meracom prístroji Hommel Tester T 6 D, vo firme Slavia Tools, Detva. Opotrebenie reznej hrany sa zisťovalo po nabrúsení nástroja, teda v absolútnom ostrí a po odfrézovaní 100 m 300 m a 500 m. Dosky boli frézované v zóne juvenilného ako aj staršieho dreva.



Obr. 1 Meranie opotrebovania reznej hrany nástroja (Oswald a kol. 1997)

## VÝSLEDKY

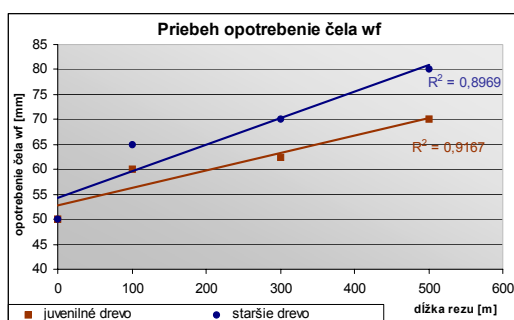
Opotrebovanie čela, chrbta a polomer opotrebovania boli zisťované podľa metodiky (obr. 1) na absolútnom ostrí nástroja a po odfrézovaní 100 m, 300 m a 500 m juvenilného a staršieho dreva. Na registračnom zariadení sa vyhotovil záznam pri 100-násobnom zväčšení, z ktorého sa stanovilo opotrebenie čela  $w_F$ , opotrebenie chrbta  $w_B$  a polomer opotrebovania  $k_n$ . Namerané hodnoty boli štatisticky spracované a sú prezentované v tab. 1, 2, 3, 4 a graficky v obr. 2 až 7 pre vybrané parametre.

**Tab. 1** Veľkosť opotrebovania čela, chrbta a polomer opotrebovania rezného klinu pri posuvnej rýchlosti  $v_f = 2,5$  m a reznej rýchlosti  $\min^{-1} v_c = 30$  m.  $s^{-1}$ .

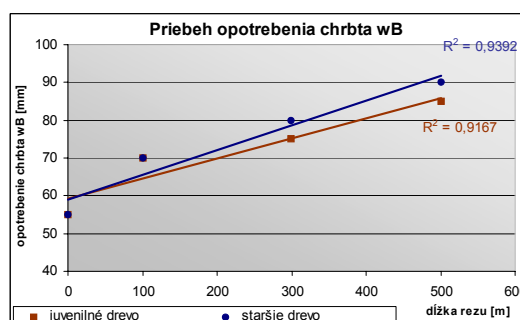
posuvná rýchlosť [m. min <sup>-1</sup> ]	rezná rýchlosť [m. s <sup>-1</sup> ]	drevo	Dĺžka rezu [m]	w <sub>f</sub> [μm]	w <sub>b</sub> [μm]	k <sub>n</sub> [μm]
2,5	30	juvenilné	0	50	55	30
2,5	30	juvenilné	100	52,5	70	45
2,5	30	juvenilné	300	55	70	45
2,5	30	juvenilné	500	65	80	50
2,5	30	staršie	0	50	55	30
2,5	30	staršie	100	55	70	40
2,5	30	staršie	300	57,5	80	45
2,5	30	staršie	500	70	85	57,5

**Tab. 2** Veľkosť opotrebovania čela, chrbta a polomer opotrebovania rezného klinu pri posuvnej rýchlosti  $v_f = 2,5$  m a reznej rýchlosti  $\min^{-1} v_c = 60$  m.  $s^{-1}$ .

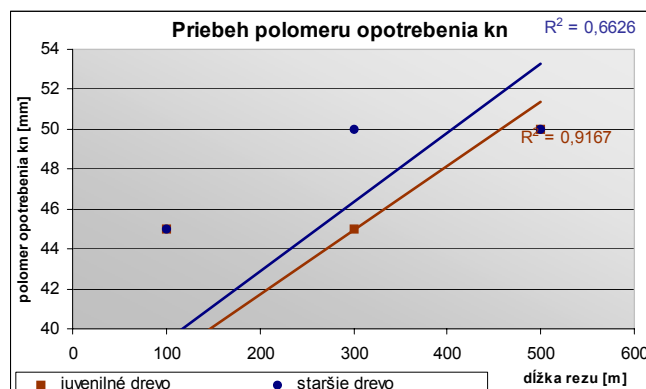
posuvná rýchlosť [m. min <sup>-1</sup> ]	rezná rýchlosť [m. s <sup>-1</sup> ]	drevo	Dĺžka rezu [m]	w <sub>f</sub> [μm]	w <sub>b</sub> [μm]	k <sub>n</sub> [μm]
2,5	60	juvenilné	0	50	55	30
2,5	60	juvenilné	100	60	70	45
2,5	60	juvenilné	300	62,5	75	45
2,5	60	juvenilné	500	70	85	50
2,5	60	staršie	0	50	55	30
2,5	60	staršie	100	65	70	45
2,5	60	staršie	300	70	80	50
2,5	60	staršie	500	80	90	50



**Obr. 2** Veľkosť opotrebovania čela rezného klinu pri  $v_f = 2,5$  m.  $\min^{-1}$   $v_c = 60$  m.  $s^{-1}$ .



**Obr. 3** Veľkosť opotrebovania chrbta rezného klinu pri  $v_f = 2,5$  m.  $\min^{-1}$   $v_c = 60$  m.  $s^{-1}$ .



**Obr. 4** Veľkosť opotrebovania polomeru opotrebovania rezného klinu pri  $v_f = 2,5 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$   
 $v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Bolo potvrdené, že pri frézovaní juvenilného dreva, dochádza k menšiemu opotrebovaniu rezného klinu ako pri spracovaní staršieho dreva. Príčinu je možné vidieť v nižšej hustote juvenilného dreva. V rovnakom objeme sa nachádza menšie množstvo drevnej hmoty, tzn. že drevo kladie menší odpor pri opracovávaní. 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“. Jemnejší prechod medzi jarným a letným drevom umožňuje, že nástroje sa pri obrábaní menej namáhajú a otupujú. Ďalšie dôvody je možné vidieť v nižších pevnostných charakteristikách juvenilného dreva. Nižšia pevnosť bola preukázaná v namáhaní na ohyb, v čelnej tvrdosti a v rázovej húževnatosti (pokles modulu pružnosti bol o 24,5 %, medze pevnosti v ohybe o 25,9 %, rázovej húževnatosti o 54,7 % a čelnej tvrdosti o 18,6 % pre juvenilné drevo oproti drevu staršiemu). Všetky tieto zaťaženia sú súčasťou rezného procesu. Keďže juvenilné drevo preukazuje v mechanických vlastnostiach nižšie hodnoty, bude menej odolávať vniku rezného nástroja do drevnej hmoty.

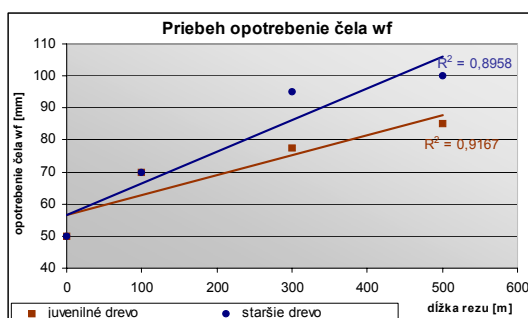
Meraním sa potvrdil priebeh opotrebenia podľa Buda, (1983). V prvej fáze začiatočného opotrebenia bola rýchlosť opotrebenia veľká pri juvenilnom aj staršom dreve. Príčiny treba hľadať vo zvláštnostiach procesu trenia pri rezaní. S rezným materiálom prichádzajú do styku vždy nové čisté kovové povrchy, pričom pôsobia na seba pod určitým uhlom. V dôsledku interakcie medzi obrábaným a rezným materiálom dochádza k zväčšovaniu rozmerov plošiek opotrebenia na nástroji. V druhej fáze normálneho opotrebenia sú povrchy navzájom prispôbené. S pribúdajúcimi metrami je tendencia rastu opotrebenia ustálená.

**Tab. 3** Veľkosť opotrebovania čela, chrbta a polomer opotrebovania rezného klinu pri posuvnej rýchlosti  $v_f = 15$  m a reznej rýchlosti  $v_c = 30$  m. s<sup>-1</sup>.

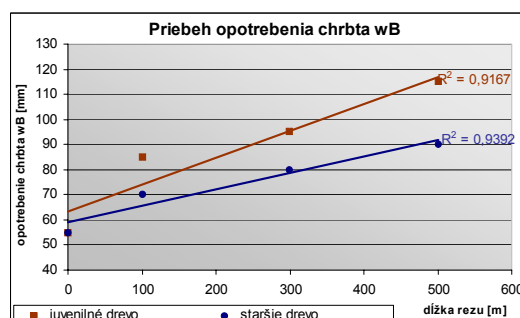
posuvná rýchlosť [m. min <sup>-1</sup> ]	rezná rýchlosť [m. s <sup>-1</sup> ]	drevo	dĺžka rezu [m]	w <sub>f</sub> [μm]	w <sub>b</sub> [μm]	k <sub>n</sub> [μm]
15	30	juvenilné	0	50	55	30
15	30	juvenilné	100	75	100	55
15	30	juvenilné	300	80	110	65
15	30	juvenilné	500	80	130	80
15	30	staršie	0	50	55	30
15	30	staršie	100	125	160	72,5
15	30	staršie	300	160	170	75
15	30	staršie	500	145	175	80

**Tab. 4** Veľkosť opotrebovania čela, chrbta a polomer opotrebovania rezného klinu pri posuvnej rýchlosti  $v_f = 15$  m a reznej rýchlosti  $v_c = 60$  m. s<sup>-1</sup>.

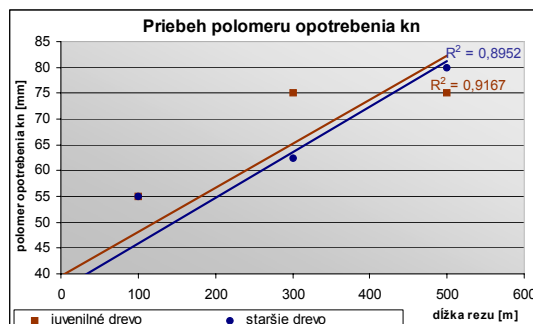
posuvná rýchlosť [m. min <sup>-1</sup> ]	rezná rýchlosť [m. s <sup>-1</sup> ]	drevo	dĺžka rezu [m]	w <sub>f</sub> [μm]	w <sub>b</sub> [μm]	k <sub>n</sub> [μm]
15	60	juvenilné	0	50	55	30
15	60	juvenilné	100	70	70	55
15	60	juvenilné	300	77,5	80	75
15	60	juvenilné	500	85	90	75
15	60	staršie	0	50	55	30
15	60	staršie	100	70	85	55
15	60	staršie	300	95	95	62,5
15	60	staršie	500	100	115	80



**Obr. 5** Veľkosť opotrebovania čela rezného klinu pri  $v_f = 15$  m. min<sup>-1</sup>  $v_c = 60$  m. s<sup>-1</sup>.



**Obr. 6** Veľkosť opotrebovania chrbta rezného klinu pri  $v_f = 15$  m. min<sup>-1</sup>  $v_c = 60$  m. s<sup>-1</sup>.



**Obr. 7** Veľkosť opotrebovania polomeru opotrebovania rezného klinu pri  $v_f = 15 \text{ m} \cdot \text{min}^{-1}$   
 $v_c = 60 \text{ m} \cdot \text{s}^{-1}$ .

Je možné konštatovať prejav väčšieho opotrebenia chrbta než čela pri juvenilnom aj staršom dreve, spôsobeného nevhodne zvoleným uhlom chrbta  $\alpha_f = 30^\circ$ . Na proces opotrebovania vplyva množstvo faktorov, ktoré majú za následok zvyšovanie opotrebenia rezného klina. Ide o vplyv uhlovej geometrie nástroja, o množstvo malých hčč, ktoré sú súčasťou juvenilného dreva. Ďalším dôvodom môže byť aj smer drevných vlákien. V juvenilnom dreve nie sú rovnobežné tak ako v staršom dreve, pretože sú pozostatkom z doby, keď strom bol mladší a mal väčšiu zbiehavosť kmeňa. Pričom sa predpokladal výraznejší rozdiel v opotrebovaní pre juvenilné než staršie drevo.

## ZÁVER

Preukázal sa teoretický predpoklad menšieho opotrebenia rezného klinu pri rovinnom frézovaní juvenilného topoľového dreva, v rámci všetkých sledovaných parametrov. Čo je podmienené odlišnou anatomicou a chemickou štruktúrou, ako aj nižšími fyzikálno - mechanickými vlastnosťami juvenilného dreva. Experimentálnymi sledovaniami sa obsiahla len časť problematiky, preto nepredstavujú ucelene riešenú otázku rovinného frézovania juvenilného dreva za realizovaných podmienok. Vo všeobecnosti sú podkladovým a doplnujúcim materiálom k ďalšiemu pokračovaniu experimentov, zameraných na sledovanie ostatných interakčných parametrov procesu rovinného frézovania juvenilného dreva.

**Uvedená problematika bola riešená v rámci grantovej úlohy GD – 41(3041) / VÝSKUM RELEVANTNÝCH VLASTNOSTÍ JUVENILNÉHO DREVA RPI KONTAKTNÝCH JAVOCH V PROCESE OBRÁBANIA S PREDIKCIOU JEHO TECHNOLOGICKÉHO SMEROVANIA 1/2603/05**

## LITERATÚRA

- Buda, Ján – Souček, Ján – Vasilko, Karol. 1983. Bratislava: teória obrábania. Státní nakladatelství technické literatury. Praha, 1983, , ISBN – 7789-14-6.
- Oswald, Ján. - Očkajová, Alena. - Javorek, Lubomír. – Svoreň Ján. 1995. Zvolen: Rovinné frézovanie – valcové. Vedecké štúdie 7/1997/A. Zvolen: TU vo Zvolene, 1997, s. 51.
- Thörngvist, T. 1993. Juvenile wood in conifers. Swedish Council for Building Research Stockholm, 4 Edition, 1993, 110 s. ISBN 91-560-5605-5.
- Zobel, B. J. - Sprague, J. R. 1998. Juvenile Wood in Forest Trees. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1998. ISBN 3-560-06032-0.