



## VPLYV VYBRANÝCH FAKTOROV NA REZNÝ PRÍKON PRI REZANÍ KOTÚČOVOU PÍLOU

Mikuláš Siklienka - Ľuboš Mišura

### Abstract

*In present paper here are results of experimental measurement of cutting input power [ $W$ ] in cutting process with circular saw of beech wood in dependence on the interference 2; 3,5; 5; 6,5; 8 [cm] and on feed speed 5; 10; 15; 20 and 30 [ $m \cdot min^{-1}$ ]. We used for experiment two kind of circular saw blade made by Pilana. The measurement was realized on an experimental equipment designed at Woodworking Department of TU Zvolen and on circular saw DMMA – 36 made by Reszelski zaklad przemyslu leśnictwa w Reszlu.*

**Key words:** *circular saw, power cutting, interference, feed speed, kind of circular saw blade*

### ÚVOD

Rezanie pomocou pílových kotúčov patrí k najrozšírenejším spôsobom delenia dreva v drevárskom priemysle. Hlavne sa jedná o nasledovné operácie spracovania dreva: skracovanie, narezávanie, formátovanie, omietanie, rozmetanie, čapovanie, drážkovanie a pod.. Všetky tieto operácie sú zabezpečené pomocou strojných zariadení, podstatu činnosti ktorých tvorí práca rezného nástroja - pílového kotúča. V praxi sa určite napĺňa výrok G. Schlesingera: „Rentabilita výrobného procesu je ukrytá v reznej hrane nástroja“. Pre kvalitu a ekonomiku procesu mechanického obrábania materiálov je rozhodujúca presnosť, výkonnosť a trvanlivosť používaných nástrojov. Príčinou nedostačujúcej práce stroja môže byť nesprávna príprava nástroja v brusiarni, jeho nesprávna montáž do stroja alebo nesprávny režim práce. Veľmi dôležité je, aby rezný nástroj bol správne nabrúsený. Pernica – Rousek (2000) uvádzajú, že do polomeru zaoblenia reznej hrany pílového kotúča  $r_n = 0,035$  mm nenastala výrazná zmena rezného príkonu. Podobne geometria a rozmerová presnosť má výrazný vplyv na kvalitu rezu (Wasielewski – Orłowski – Kapcia, 2006). Používanie pílových kotúčov s nevhodnými technickými a technologickými parametrami v daných podmienkach práce sa prejaví naraz viacerými nedostatkami a to: rýchlym opotrebovaním pílového kotúča a následne zlou kvalitou rezu, zvýšením energetickej náročnosti, zvýšením spotreby suroviny na plánovaný objem výroby, pretože sú potrebné veľké nadmiery na opracovanie.

V tomto článku sme sa zaoberali vplyvom vybraných rezných parametrov (podávacia rýchlosť  $v_f$ , veľkosť presahu  $p$ , typ pílového kotúča) na energetickú náročnosť (rezný príkon  $P_p$ ) strojného zariadenia.

Informácie týkajúce sa tejto problematiky sa nachádzajú len v obmedzenom množstve. Vplyvom presahu pílového kotúča a teda zmenu rezných podmienok (dĺžka zrezávanej

vrstvy, uhol prerezávania vlákien) na rezný proces sa zaoberali Goglia (2003), Hajník (2005). Niektoré informácie týkajúce sa tejto problematiky uvádza aj Lisičan (1996), ktorý sa zaoberal touto oblasťou len informatívne.

## MATERIÁL A METODIKA

Meranie sa uskutočnilo na experimentálnom meracom zariadení skonštruovanom na katedre obrábania dreva (Siklienka – Naščák – Banský, 1999).

Experimentálne meracie zariadenie pozostávalo zo štyroch samostatných častí:

- stolárska kotúčová píla,
- podávacie zariadenie,
- meracie zariadenie,
- vyhodnocovacie zariadenie.

### Technické parametre stolárskej kotúčovej píly:

Typ:	DMMA – 36
Príkonnosť:	5 [kW],
Napájacie napätie:	380 / 220 [V],
Kmitočtová frekvencia:	50 [Hz],
Otáčková rýchlosť:	3600 [min <sup>-1</sup> ]
Rok výroby:	1989
Výrobca:	Reszelski zakład przemysłu maszynowego leśnictwa w Reszlu, Poland

### Parametre pílového kotúča z nástrojovej ocele:

Priemer pílového kotúča:	400 mm
Hrúbka pílového kotúča:	2,5 mm
Šírka reznej škáry:	3,6 mm
Počet zubov:	36
Otáčková rýchlosť kotúča:	4800 [min <sup>-1</sup> ]
Výrobca:	Pilana
uhol chrbta $\alpha = 14^\circ$ , uhol rezného klina $\beta = 40^\circ$ , uhol čela $\gamma = 36^\circ$	

### Parametre pílového kotúča s SK – plátkami:

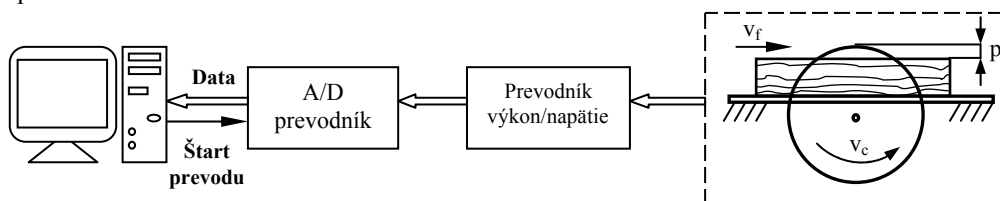
Priemer pílového kotúča:	400 mm
Hrúbka pílového kotúča:	2,5 mm
Dĺžka reznej hrany:	3,6 mm
Počet zubov:	36
Otáčková rýchlosť kotúča:	4800 [min <sup>-1</sup> ]
Výrobca:	Pilana
uhol chrbta $\alpha = 14^\circ$ , uhol rezného klina $\beta = 40^\circ$ , uhol čela $\gamma = 36^\circ$	

### Technické parametre podávacieho zariadenia Frommia:

Typ:	850 ZMD 252 / 137
Napájacie napätie:	380 [V]
Rozsah posuvu:	0,5 / 1 / 2 / 5 / 10 / 15 / 20 / 30 [m.min <sup>-1</sup> ]
Príkonnosť:	0,55 [kW]
Otáčková rýchlosť:	2 800 [min <sup>-1</sup> ]
Rok výroby:	1972
Výrobca:	Maschinenfabrik Ferdinand Fromm

Meracie zariadenie – prevodník výkonu snímajúci zmenu odberu prúdu zo siete

Vyhodnocovacie zariadenie bolo vytvorené z komplexnej zostavy počítača a A/D prevodníkom.



Obr.1 Schéma zapojenia meracieho zariadenia

### Materiál

Na experiment boli použité bukove vzorky (buk lesný – *Fagus silvatica*). Pri výbere vzoriek bol dôraz kladený na vzorky, ktoré obsahovali čo najmenej hĺč a mali rovnaký prírastok ročných kruhov. Jednalo sa o tangenciálne rezivo. Rezivo bolo vysušené  $12 \pm 1$  % vlhkosť. Následne boli vymanipulované skúšobné vzorky o rozmeroch 20 mm x 150–250 mm x 2000 mm.

### Metodika

Pri reznom procese boli použité presahy pílového kotúča  $p = 20, 35, 50, 65$  a  $80$  mm a rýchlosť posuvu  $v_f = 5, 10, 15, 20$  a  $30$  m.min<sup>-1</sup>. Rezanie bolo uskutočnené prostredníctvom dvoch typov pílových kotúčov a to pílový kotúč z nástrojovej ocele a pílový kotúč s SK – plátkami.

Porez skúšobných vzoriek bol uskutočnený na stolárskej kotúčovej píle pri daných meniacich sa rezných podmienkach. Hlavná rezná hrana uskutočňovala model rezania pozdĺžno-čelný. Zmenou presahu pílového kotúča nad rezom dochádza k zmene podielu medzi pozdĺžnym a čelným modelom rezania (prevládajúci čelný alebo pozdĺžny model) čo má vplyv na rezný príkon. Zvýšením presahu pílového kotúča nad rezom nastáva zvýšenie podielu čelného modelu rezania počas rezu a naopak. Rezný príkon  $P_p$  sa zaznamenával na personálnom počítači s použitím prevodníka a programu SUCHOMEL. Frekvencia zaznamenávania hodnôt rezného príkonu bola 0,5 s. Pri každom presahu a posuvnej rýchlosti bolo zaznamenaných 50 hodnôt rezného príkonu  $P_p$ .

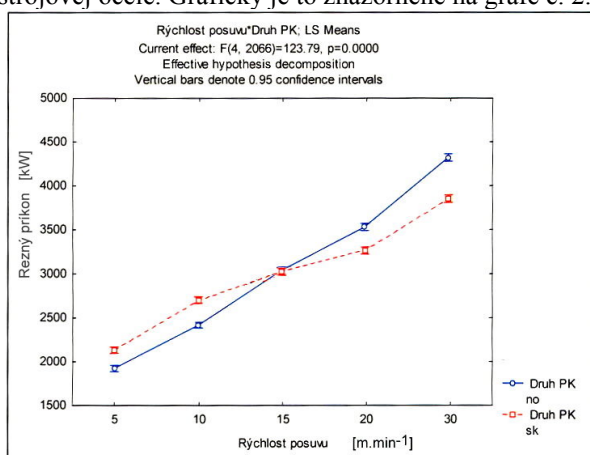
Princíp merania je založený na zmene odoberaného prúdu pohonného elektromotora kotúčovej píly zo siete. Táto zmena je prevodníkom činného výkonu (prevodník výkon/napätie) snímajúcim zmenu prúdu, napätia a účinníka  $\cos \varphi$  prevedená na výstupné napätie, ktoré je A/D prevodníkom pretransformovaný do číslícovej formy. Namerané hodnoty rezného príkonu, ktoré boli uložené v datových súboroch a následne sa ďalej spracovávali v programe Microsoft Exel a Stat – graphics.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

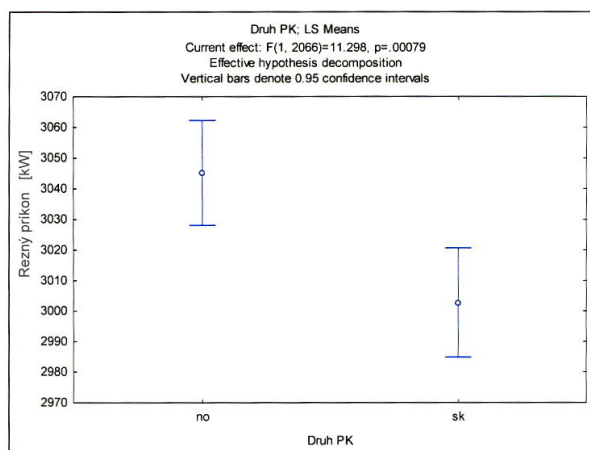
Cieľom experimentálneho merania bolo zistenie vplyvu zmeny rezných podmienok (presah  $p$ , podávacia rýchlosť  $v_f$ , typ pílového kotúča) na energetickú náročnosť pri pílení dreva.

Prvým skúmaným faktorom bola rýchlosť posuvu  $v_f$ . V grafe č. 1 je uvedená závislosť medzi rýchlosťou posuvu a rezným príkonom. Z dvojfaktorovej analýzy vyplýva, že

rýchlosť posuvu a druh pílového kotúča je štatisticky významná čo znamená, že sa navzájom ovplyvňujú a teda sú štatisticky významné pre zmenu rezného príkonu. S nárastom rýchlosti posuvu dochádza aj k nárastu rezného príkonu. Zlomovým bodom pre porovnanie kotúčov z nástrojovej ocele a pílovým kotúčom so spekanými karbidmi je rýchlosť posuvu  $15 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ . V tomto bode dochádza k prelínaniu kriviek. Od tohto bodu sa rezný príkon pri pílovom kotúči so spekanými karbidmi dostáva na nižšiu úroveň ako pri pílovom kotúči z nástrojovej ocele. Samotný proces rezania kotúčovými pilami je veľmi ťažké podrobne definovať a je tam mnoho faktorov, ktoré sa mohli podpísať pod tento efekt. Najväčšiu mieru na tom mohol mať posuv na zub, kde pri pílovom kotúči z nástrojovej ocele je síce dĺžka reznej hrany len polovičná oproti druhému kotúču, ale posuv na zub je dvojnásobný. Pre zuby rozvádzané platí, že do záberu z jednej strany prichádza každý druhý zub. Z tohto dôvodu je posuv na zub dvojnásobný oproti posuvu na zub pri pílovom kotúči so spekanými karbidmi a to spôsobilo nárast rezného príkonu pri vyššej podávacej rýchlosti. Pri hodnotení týchto rýchlostí posuvu sa priemerná hodnota rezného príkonu pre pílový kotúč so spekanými karbidmi dostala na nižšiu hodnotu ako pre pílový kotúč z nástrojovej ocele. Graficky je to znázornené na grafe č. 2.

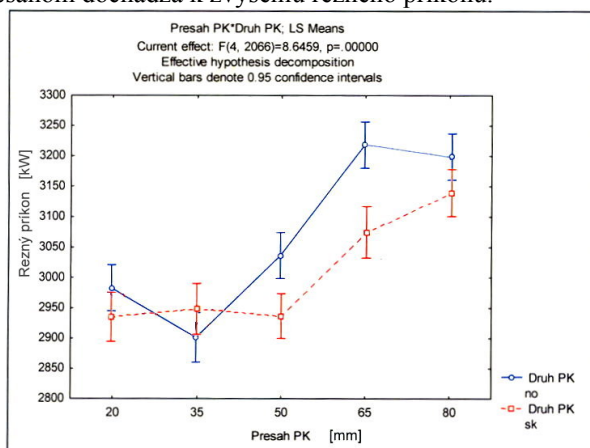


Graf č. 1 Závislosť zmeny rýchlosti posuvu a typu pílového kotúča na rezný príkon (no – nástrojová oceľ, sk – spekaný karbid)



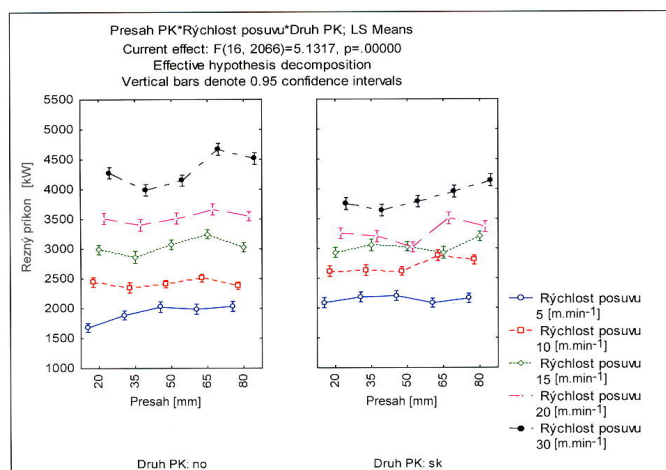
Graf č. 2 Závislosť typu pílového kotúča na rezný príkon

Presah pílového kotúča nad rezom  $p$  ako ďalší faktor ovplyvňujúci rezný príkon bol sledovaný v piatich bodoch a to  $p = 20, 35, 50, 65, 80$  mm. Zistené hodnoty rezného príkonu sú vyobrazené v grafe č. 3. V grafe je uvedená priemerná hodnota rezného príkonu nameraná pri týchto rýchlostiach posuvu  $v_f = 5, 10, 15, 20, 30$  m.min<sup>-1</sup> pri danom presahu. Závislosť presahu pílového kotúča a typu pílového kotúča je štatisticky významná a to v tom zmysle, že pri pílovom kotúči z nástrojovej ocele sa so zväčšujúcim presahom (35 – 65 mm) rezný príkon rastie so zrýchľujúcou tendenciou a pri pílovom kotúči so spekanými karbidmi sa so zväčšujúcim presahom (50 – 65 mm) rezný príkon rastie spomaľujúcou tendenciou. Zmenou presahu sa nám mení pomer medzi pozdĺžnym a čelným modelom rezania. Tým, že sa zvyšuje presah pílového kotúča nad rezom, tým nastáva zvýšenie pomeru čelného voči pozdĺžnemu modelu. Ale zároveň je znížená dĺžka zrezávanej vrstvy, čo má za následok zníženie rezného príkonu. Avšak zistené hodnoty poukazujú na to, že so zvyšujúcim sa presahom dochádza k zvýšeniu rezného príkonu.



Graf č. 3 Závislosť zmeny presahu a typu pílového kotúča na rezný príkon

Výsledný graf potvrdzujúci vplyv týchto dvoch faktorov na rezný príkon je zobrazený ako graf č. 4.



Graf č. 4 Závislosť zmeny presahu, rýchlosti posuvu a typu pílového kotúča na rezný príkon

## ZÁVER

Cieľom experimentálneho merania bolo zistenie vplyvu zmeny rezných podmienok (presah  $p$ , podávacia rýchlosť  $v_f$ , typ pílového kotúča) na energetickú náročnosť (rezný príkon  $P_p$ ) pri pílení masívneho dreva na kotúčovej pile.

Meranie sa uskutočnilo na experimentálnom meracom zariadení skonštruovanom na katedre obrábania dreva. Pri reznom procese boli použité presahy pílového kotúča  $p= 20, 35, 50, 65, a 80$  mm a rýchlosť posuvu  $v_f= 5, 10, 15, 20$  a  $30$  m.min<sup>-1</sup>. Okrem toho sa rezanie vykonávalo prostredníctvom dvoch druhov pílových kotúčov a to: pílový kotúč z nástrojovej ocele a pílový kotúč s SK – plátkami. Experimentálne skúšky boli vykonané na vzorkách z drevinu buku lesného.

Z meniacich sa vstupných faktorov v procese rezania (rýchlosť posuvu  $v_f$ , presah pílového kotúča  $a$ , druh pílového kotúča) možno jednoznačne zovšeobecniť, že:

- rýchlosť posuvu  $v_f$  sa prejavila ako najvýraznejší faktor vplyvajúci na energetickú náročnosť v procese rezania teda na rezný príkon,
- druhým najvýraznejším faktorom na rezný príkon  $P_p$  bol presah pílového kotúča nad rezom  $p$ ,
- zmena typu pílového kotúča (s rovnakou geometriou) mala najmenší vplyv na rezný príkon z týchto troch faktorov.

## LITERATÚRA

1. Siklienka, M. – Naščák, L. – Banský, A.: Monitorovacie zariadenie per sledovanie kontaktných javov pri obrábaní dreva. In: Zborník prednášok „stroj-nástroj-obrobok“. 2. medzinárodná vedecká konferencia, 8. – 9. október 1999.
2. Hajník, I.: Vplyv presahu pílového kotúča na rezný výkon pri pílení reziva. Diplomová práca. DF TU Zvolen 2005.
3. Goglija, V. – Risovic, S. – Lučić, R. B., - Dukic, I.: Mechanika kružnih pila, II. dio: Pijenje hrastovine – utjecaj položaja lista pile. In: Drvna Industrija. Volume 54, number 3/03, Zagreb, s. 141 – 145.
4. Pernica, J. – Rousek, M.: Optimum degree of circular saw blade blunt for cutting wood-based materials. In: Zborník prednášok II. MVK Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2000. 19. – 21. 10. 2000. Starý Smokovec, s 155-160.
5. Wasielewski, R. – Orłowski, K. A. – Kaptcia, J.: Circular Saw Teeth Control with a Vision Method. In: Manufacturing engineering in time of information society, 1<sup>st</sup> jubilee scientific conference, 1. – 2. Júl 2006, s. 435 – 442.
6. Lisičan, J.: Teória a technika spracovania dreva. Matcentrum 1996, 625 s., ISBN 80-967315-6-4

*Tento príspevok vznikol v rámci riešenia grantového projektu „Výskum vplyvu interakčných javov v procesoch pílenia dreva na rizikové faktory pracovného prostredia“, č. 1/1355/04, VEGA SR.*