



## VPLYV VYBRANÝCH FAKTOROV NA REZNÝ PROCES PRI PÍLENÍ SMREKOVÉHO DREVA NA HORIZONTÁLNEJ KMEŇOVEJ PÁSOVEJ PÍLE TYPU MEBOR HTŽ - 1000

Matej Molitor

### Abstract

*This article is dealing with analysis of cutting process of sawing the spruce wood on the horizontal head saw. The cutting process is influenced by technical – technological parameters between which belongs: cutting input power, rate of feed and cutting height. Article is focused on the monitoring of cutting input power as the main indicator of energy complexity of the engine plant.*

**Key words:** *cutting height, cutting input power, the way of modification of the cutting edge of saw band, rate of feed*

### ÚVOD

Každého spracovateľa drevnej hmoty, ktorý využíva strojné zariadenia na spracovanie alebo opracovanie výrobku zaujíma energetická náročnosť používaného stroja. Podstata poznania spotreby elektrickej energie pre daný typ stroja má veľký význam pri určovaní nákladov na výrobu. Preto najvýznamnejší parameter rezného procesu je rezný výkon (príkon) strojného zariadenia. (Siklienka, Fryková, 2009)

**Rezný výkon  $P_c$**  je charakterizovaný ako výsledok skalárneho súčinu vektora reznej sily  $F_c$  a vektora reznej rýchlosti  $v_c$  v tom istom okamihu, pri určitej operácii a určitých rezných podmienkach (STN ISO 3002 – 4. 1995).

**Príkon motora  $P_p$**  – je súčin napätia, prúdu a účinníka  $\cos \varphi$ , t.j. výkon odobratý zo siete. Určuje energetické náklady a zaťaženie elektrickej napájacej siete.

Ďalej pre získanie správnej hodnoty rezného výkonu je potrebné merať príkon motora stroja v priebehu technologickej operácie  $P_{PR}$ . Príkon motora  $P_{PR}$  v priebehu technologickej operácie pokrýva elektromechanické straty motora, straty v prevodoch, vedeniach stroja a samotnú technologickú operáciu. Rezný výkon  $P_c$  je možné vypočítať z príkonu  $P_{PR}$ , lebo celková účinnosť  $\eta$  je súčtom známych hodnôt účinnosti zaťaženého elektromotora, remeňového prevodu a frekvenčného meniča.

## MATERIÁL A METODIKA

Pri experimentálnych skúškach bola použitá drevina – Smrek obyčajný (*Picea abies*) čerstvo zořatá s vlhkosťou  $w = 30 - 40\%$ . Vzorky pre experimentálne merania rezného príkonu boli použité smrekové hranoly.

### Charakteristika strojného zariadenia

Všetky praktické skúšky boli vykonané na strojnom zariadení horizontálnej kmeňovej pásovej píle (obr. 1, obr. 2) vyrobenej firmou MEBOR nachádzajúcom sa vo vývojových dielňach a laboratóriách (VDL) TU vo Zvolene, ktorá má nasledovné technické parametre:



Obr. 1 Horizontálna kmeňová pásová píla Mebor HTŽ 1000

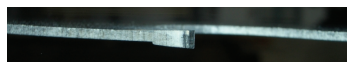


Obr. 2 HPP Mebor HTŽ 1000 – pohľad na ovládací panel

### Technické parametre kmeňovej pásovej píly (Mebor, 2006):

Typ stroja: HTŽ 1000, rok výroby: 2006, priemer kotúčov pásnic:  $D = 1000$  mm, šírka pásnice:  $s_p = 95$  mm, dĺžka pilového pásu:  $L = 6200 - 6600$  mm, šírka pilového pásu:  $B = 120 - 140$  mm, rezná rýchlosť:  $v_c = 27,8$  m.s<sup>-1</sup> rýchlosť posuvu:  $v_f = 0 - 40$  m.min<sup>-1</sup>, maximálna hrúbka guľatiny – 800 mm, výkon hlavného elektromotora:  $P_{EM} = 11 - 15$  kW, frekvencia otáčania EM:  $n_{EM} = 1460$  min<sup>-1</sup>, výkonnosť:  $Q = 1 - 3$  m<sup>3</sup>/h.

**Charakteristika pilového pásu:** Pri experimente boli použité pilové pásy vlčieho ozubenia s lomeným chrbtom, vyrobené z materiálu 80NiCr11 o tvrdosti  $43 \pm 1$  HRC vyrobené firmou Pilana. Porovnávali sa 2 druhy pilových pásov: roztláčaný pilový pás a stelitovaný pilový pás. Pilové pásy sú zobrazené na obr. 3. Parametre jednotlivých pilových pásov sú uvedené v tabuľke 1.



Roztláčaný pilový pás



Stelitovaný pilový pás

Obr. 3 Zobrazenie použitých pilových pásov

Tabuľka 1 Parametre pílových pásov

Spôsob úpravy rezného klina	Dĺžkové parametre [mm]					Uhlové parametre [°]		
	B	s	t <sub>z</sub>	h	a	$\alpha$	$\beta$	$\gamma$
Stelitovaný pílový pás	114	1,1	45	14	0,55	16	50	24
Roztláčaný pílový pás	114	1,1	45	14	0,55	16	50	24

kde: B – šírka pílového pásu, s – hrúbka pílového pásu, t<sub>z</sub> – rozstup zubov pílového pásu, h – výška zuba pílového pásu, a - rozvod na stranu,  $\alpha$  – uhol chrbta,  $\beta$  – uhol rezného klina,  $\gamma$  – uhol čela

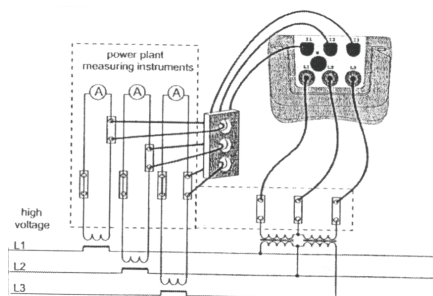
Metóda merania rezného príkonu:

**Meracie zariadenie Power Q MI 2392:** Meracie zariadenie je prispôsobené na analyzovanie kvality elektrickej siete. Pričom zapojenie prístroja (obr. 4) do elektrickej siete je pred vstupom jednotlivých fáz do hlavného elektromotora.



Obr. 4 Meracie zariadenie na meranie rezného príkonu Metrel Power Q

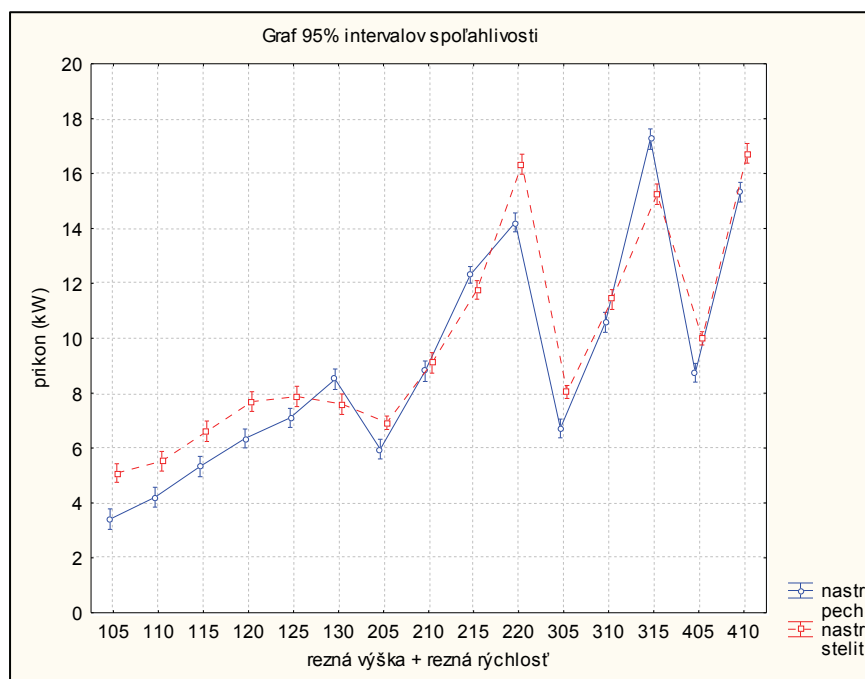
Princíp merania je založený na zmene odobraného prúdu pohonného elektromotora kmeňovej pásovej pily zo siete obr. 5.



Obr. 5 Schéma zapojenia meracej aparatury (Siklienka et al., 2007)

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Bol vykonaný neúplný trojfaktorový experiment, ktorý bol vyhodnotený dvojfaktorou analýzou rozptylu. Prvý vyhodnocovaný faktor bol rezný nástroj a druhý vyhodnocovací faktor kombinácia faktorov rezný príkon a rýchlosť posuvu. Zo základnej tabuľky 2 – faktorovej MANOVA a tabuľky hladín významnosti Duncanovho testu vyplýva, že vplyv všetkých 3 faktorov je signifikantný. Graf 95% obojstranných intervalov spoľahlivosti je na obr. 6.



Obr. 6 Grafické znázornenie rezného príkonu v závislosti od reznej výšky a rýchlosti posuvu pre pech a stelit.

Z grafu (obr. 6) vyplýva, že so vzrastajúcou reznou výškou sa zvyšujú hodnoty rezného príkonu pri oboch druhoch pilových pásov. Avšak zaujímavosťou je fakt, že nie všetky rýchlosti posuvu sa dali použiť pri všetkých rezných výškach, to znamená ako vidieť z grafu (obr. 6) so stúpajúcou reznou výškou sa interval využitia rýchlosti posuvu znižuje, je to dôsledok toho, že by sa pri vyšších rezných výškach mohlo strojné zariadenie preťažiť a pilový pás pri vyšších rýchlostiach posuvu roztrhnúť.

Pri reznej výške 100 mm v intervale rýchlosti posuvu od 5 do 20 m.min<sup>-1</sup> sa namerali vyššie hodnoty rezného príkonu u stelitovaného pilového pásu ako u pechovaného pri ktorom sa namerali nižšie hodnoty rezného. Iný priebeh hodnôt rezného príkonu sa zaznamenal pri rýchlostiach posuvu v intervale od 20 do 30 m.min<sup>-1</sup> kde u stelitovaného pilového pásu nastalo ustálenie a hodnoty sa ďalej nezvyšovali, naproti tomu u roztláčaného

pílového pásu sa hodnoty neustálili ale sa zvyšovali naďalej. Tento jav je pravdepodobne spôsobený úpravou materiálu rezného klina, čo znamená že pri vyšších rýchlostiach posuvu sa dá využiť tvrdosť a vysokou odolnosťou voči abrazívnemu a chemickému opotrebeniu stelitu, kým pech túto vlastnosť nemá v takej miere ako stelit.

Pri reznej výške 200 mm je priebeh nameraných hodnôt úplne iný. Od rýchlosti posuvu 5 do 10 m.min<sup>-1</sup> sa namerali hodnoty rezného príkonu mierne vyššie u stelitovaného pílového pásu ako u roztláčaného. Pri rýchlosti posuvu 10 m.min<sup>-1</sup> vykazujú oba pílové pásy takmer rovnaké hodnoty rezného príkonu. V intervale rýchlosti posuvu od 10 do 15 m.min<sup>-1</sup> vykazuje nižšie hodnoty rezného príkonu stelitovaný pílový pás, avšak v intervale od 15 do 20 m.min<sup>-1</sup> nastáva zmena pretože kým hodnoty rezného príkonu u roztláčaného pílového pásu stúpajú už iba mierne u stelitovaného pílového pásu je to výraznejší nárast hodnôt. Pri rýchlosti posuvu 20 m.min<sup>-1</sup> však rezné schopnosti roztláčaného pílového končia, pretože strojné zariadenie vykazuje hranicu preťaženia. Rezné schopnosti stelitovaného pílového pásu končia až pri rýchlosti posuvu 25 m.min<sup>-1</sup>.

Pri reznej výške 300 mm sa rozsah rýchlostí posuvu pohyboval už len v intervale od 5 do 15 m.min<sup>-1</sup>. Hodnoty rezného príkonu do rýchlosti posuvu 10 m.min<sup>-1</sup> sú nižšie u roztláčaného pílového pásu. Na úrovni 10 m.min<sup>-1</sup> sú takmer rovnaké. V intervale od 10 do 15 m.min<sup>-1</sup> sú hodnoty rezného príkonu naopak nižšie u stelitovaného pílového pásu a u roztláčaného pílového pásu stúpajú hodnoty výraznejšie.

Pri reznej výške 400 mm sa dali pri experimente použiť už iba dve rýchlosti posuvu a to 5 a 10 m.min<sup>-1</sup>. Pričom nárast hodnôt rezného príkonu je lineárny ale mierne vyššie hodnoty dosiahol stelitovaný pílový pás oproti roztláčanému pílovému pásu.

Moje výsledky som porovnal s výsledkami dosiahnutými v práci Hajník (2008), ktorého výskum bol zameraný na sledovanie vplyvu reznej výšky na rezný výkon (príkon) pri pílení na horizontálnej kmeňovej pásovej pile pri týchto rezných podmienkach: (spôsob úpravy reznej hrany pílového pásu (stelitovaním, roztláčaním), rýchlosť posuvu:  $v_f = 10$  m.min<sup>-1</sup>, rezná rýchlosť:  $v_c = 30$  m.s<sup>-1</sup>, posuv na zub  $f_z = 0,28$  mm, rezná výška  $e = 200, 300$  a 400 mm).

Hodnoty rezného príkonu dosiahli mierny nárast pri pílení priziem reznej výšky 200 mm pri (0 – 2500 m IDT), pričom pílový pás s úpravou reznej hrany roztláčaním dosahuje po hodnotu 2000 m IDT nižšie hodnoty rezného príkonu ako pílový pás s úpravou reznej hrany stelitovaním. Od tejto hodnoty IDT však dosahuje vyššie hodnoty rezného príkonu v porovnaní so stelitovaným pílovým pásom.

Pri pílení priziem reznej výšky 300 mm sa prejavil rovnaký priebeh ako pri prizme výšky 200 mm (do 2000 m IDT), avšak s väčšími hodnotami rezného príkonu. Od hodnoty 2500 m IDT sa priebeh rezného príkonu opakuje ako v predošlom prípade.

Značný rozdiel v priebehu zmeny rezného príkonu sa prejavil pri rezaní prizmy reznej výšky 400 mm. I keď pílový pás s úpravou reznej hrany roztláčaním „začal“ na nižšej hodnote rezného príkonu, nikdy v procese rezania nedosiahol hodnotu rezného príkonu stelitovaného pílového pásu (Hajník, 2008).

## ZÁVER

Cieľom tohto článku bolo sledovať rezný príkon v závislosti od reznej výšky, rýchlosti posuvu a spôsobu úpravy reznej hrany pilového pásu. Na základe výsledkov tohto článku, alebo v porovnaní s prácou Hajník (2008) možno skonštatovať, že či už v závislosti od množstva IDT, alebo v závislosti od zmeny rýchlosti posuvu v intervale 5 - 30 m.min<sup>-1</sup> sa obidva pilové pásy správajú rovnako, to znamená, že roztláčaný (pechovaný) pilový pás je vhodnejšie použiť pri nižších rýchlostiach posuvu a menších množstvách IDT a stelitovaný pilový pás pri vyšších rýchlostiach a vyšších množstvách IDT.

## LITERATÚRA

- HAJNÍK, I. 2008. Vplyv reznej výšky bukových prziem na rezný príkon horizontálnej kmeňovej pásovej píly HTŽ 1100. In: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2008, Zborník medzinárodnej vedeckej konferencie . Vydavateľstvo TU Zvolen 2008, s. 105 – 111. ISBN 978-80-228-1913-8
- SIKLIENKA, M., FRYKOVA, D. 2009. The Influence of the selected factors on the cutting input power in sawing frozen beech wood. In: Proceedings of the Woodworking Technique 2009, 3rd International Scientific Conference. Publisher Faculty of Forestry, Zagreb, Croatia 2009, s. 101 - 109. ISBN 978-953-292-009-3
- SILKIENKA, M. 2004. Vplyv vybraných faktorov na kvalitatívne ukazovatele pri pílení na kmeňovej pásovej píle. Vedecké štúdie 1/2004/A. TU Zvolen. ISBN 80 – 228 – 1371 – 0
- JAVOREK, E. 1995. Rezný výkon – teória a prax. In: Problematika spracovania dreva, nové technológie, strojné zariadenie, zborník prednášok Dom techniky ZS VTS Žilina, jún 1995, s. 120 – 126.
- STN ISO 3002 – 4. 1995. Rezné nástroje. Základné veličiny pri rezaní a brúsení. 4. Časť: Sily, práca a výkon. ÚNM Praha, s. 3, 4.

## Podakovanie

Príspevok vznikol za pomoci a podpory grantovej agentúry VEGA SR, projekt č.1/0714/10, „Výskum javov v interakcii nástroj-obrobok v zóne rezania dreva a drevných materiálov a ich dopad na pracovné prostredie.“