



## POROVNANIE OPOTREBENIA DREVOREZNÉHO NÁSTROJA Z RÝCHLOREZNEJ A NÁSTROJOVEJ OCELE PRI FRÉZOVANÍ SMREKA

Eva Adamcová

### Abstract

*The article deals with the influence of selected types of steels incurred in the milling of spruce battenboard. Measurement of wearing was realized on the metering device PRESENT P499 in the company BOTO Spol. s r.o..*

*The attrition of cutting edge was evaluated by subsidence of cutting edge depending on the growing number of worked spruce battenboard, types of steels and on the point of measurement.*

**Key words:** wear, steel, spruce battenboard cutting edge.

### ÚVOD

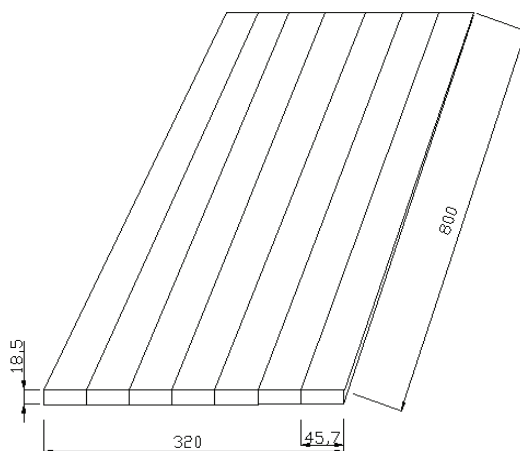
Opotrebenie môžeme definovať ako postupnú zmenu mikrogeometrie klinu v priebehu rezania, keď nástroj stráca schopnosť rezať. Je to spôsobené tým, že sa z klinu oddeľujú čiastočky kovu. Vzájomným pôsobením medzi rezným klinom a rezaným materiálom nastáva zvýšenie opotrebenia rezného klinu. Lineárny rozmer opotrebenia reznej hrany vzrastá s časom používania nástroja (Barcík et al. 2007).

Nástroj je opotrebený vtedy, keď klin dospel do určitého kritického stavu, ktorý je sprevádzaný neprípustným zhoršením kvality povrchu obrobku, nežiaducim zvýšením reznej sily, pálením a rozmerovými nepresnosťami obrobku (Siklienka, Mišura, 2008).

### METODIKA

#### Popis materiálu:

Smreková škárovka o rozmeroch 800 x 320 x 18,5 mm. Vyrobená bola v podniku MADERO, s.r.o. spájaním pomocou rybinového spoja do nekonečného vlysu za pomoci tlaku, teploty a lepidla. Jedná sa o vrstvenú lepenú dosku zo smrekového dreva, priebežne lepenú a obojstranne brúsenú, zrazené dve hrany v nábytkárskej kvalite s vlhkosťou cca 10%. Podľa garancií výrobcu škárovka spĺňa všetky podmienky pre ekologický výrobok.



Obrázok 1 Použitá smreková škárovka

### Experimentálna aparatúra

Všetky praktické skúšky boli vykonané v dielňach spoločnosti BOTO Spol. s r.o. na CNC obrábacom centre CNC REKORD 110 AL PRISMA (obr. 2). Meranie opotrebenia sa robilo na meracom zariadení PRESET P 499 (obr. 3), ktoré spoločnosť používa na diagnostiku svojich výrobkov (kontrola reznej hrany nástrojov, vyvažovanie nástrojov, kontrola presnosti výroby).



Obrázok 2 Strojné zariadenie – CNC REKORD 110 AL PRISMA

Tabuľka 1 Technické parametre CNC obrábacieho centra

<b>Prúdová sústava</b>	360 / 220 V
<b>Otáčky</b>	20 000 min <sup>-1</sup>
<b>Rýchlosť posuvu v osy</b>	X=80 Y=55 Z= 30 m.min <sup>-1</sup>
<b>Príkon</b>	11 kW
<b>Kapacita zásobníka</b>	16 pozícií pre nástroje
<b>Vákuová kapacita</b>	250 m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup>
<b>Výrobca</b>	SCMGroup ViaEmilia,77 47900 Rimini – ITALY



Obrázok 3 Vyhodnocovacie zariadenie PRESET P499

Tabuľka 2 Parametre vyhodnocovacieho zariadenia PRESET P499

<b>Rádius</b>	200 mm
<b>Meracia výška</b>	400 / 500 mm
<b>Rozlíšenie</b>	0,005
<b>Rozmery</b>	1000x630x900
<b>Posuv</b>	Rýchlo posuv a mikrometricky posuv
<b>Blokovanie osi</b>	Synchronizované, súbežne
<b>Váha</b>	100 kg
<b>Výrobca</b>	M.CONTI Srl, ITALY

PRESET P499 je zariadenie vybavené tzv. profilovým projektorom, ktorý má priemer 1cm a 20-násobné zväčšenie. Profil projektor má goniometer a mriežku pre rádiusové vyrovnanie polohy hrany. Vynikajúca kvalita použitej optickej sústavy systému umožňuje perfektné zaostrenie nástroja, ktorý je takto v presnejšej meracej pozícii. Presnosť merania je na jednu tisícinu.

### Charakteristika nástroja

Používaná frézová hlava pozostáva z tela frézy a dvoch vymeniteľných rezných doštičiek.

Oceľ, ktorá sa používa na výrobu nástrojov k obrábaniu dreva, patrí prevažne medzi ocele nástrojové. Sú to materiály vysokej akosti. Podľa druhu obrábania, delenia, pílenia či frézovania, podľa namáhania, podľa otáčok, požadovanej schopnosti rezať a podľa tvrdosti resp. stavu dreva používame na výrobu nástroja nástrojové ocele alebo rýchlorezné ocele (Fryková, 2007).

Materiál vymeniteľných rezných doštičiek je rýchlorezná oceľ s obsahom Wolfrámu 18% a nástrojová oceľ.

Tabuľka 3 Parametre frézovacích hláv a vymeniteľných rezných doštičiek

<b>Priemer telesa frézy s vysunutým nožom</b>	89,50 [mm]
<b>Počet nožov</b>	2
<b>Geometria frézovacích hláv</b>	
<b>Uhol čela:</b>	23°
<b>Uhol chrbtu:</b>	15°



Obrázok 4 Vymeniteľná rezná doštička z rýchloreznej ocele s obsahom Wolfrámu 18 %.



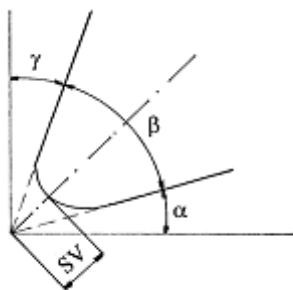
Obrázok 5 Vymeniteľná rezná doštička z nástrojovej ocele

### Metodika merania opotrebenia nástroja:

Ako skúšobný materiál bola použitá smreková škárovka. Porovnávali sme nástroje s konštantnou geometriou (rovnaký uhol chrbita, čela) z dvoch druhov materiálov: HSS W=18 % - rýchlorezná oceľ s obsahom wolfrámu 18 %, NO - nástrojová oceľ. Ako modelový spôsob obrábania bolo určené frézovanie, pretože ide o obrábanie dreva s jednou reznou hranou. Jednotlivé vzorky sa protibežne frézovali po upnutí na obrábací stôl CNC REKORD 110 AL PRISMA a spustení programu. Následne po odfrézovaní 112 metrov nasledovalo meranie opotrebenia nástroja.

Meraniu opotrebenia nástroja predchádzala vizuálna kontrola nástroja ako aj vizuálna kontrola akosti a kvality obrobenej plochy na obrobku zo smrekovej škárovky.

Pred meraním opotrebenia prešiel nástroj procesom čistenia reznej hrany. Následne bol nástroj založený do upínacej hlavice meracieho zariadenia PRESET P 499, kde bol pomocou optoelektronických šošoviek zosnímaný povrch nástroja, ako aj skutočná rezná hrana. Pre meranie opotrebenia bola zvolená metóda ustúpenia reznej hrany (Hajník, 2007).



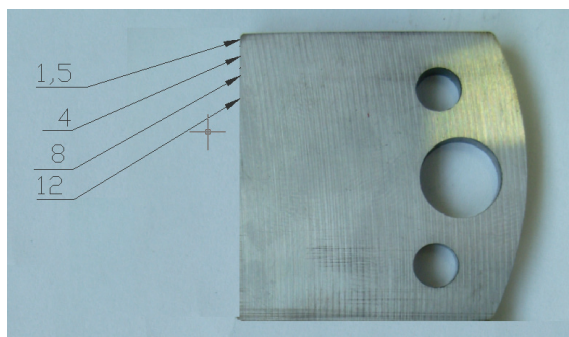
ustúpenie reznej hrany SV

Obrázok 6 Meranie opotrebenia

Odčítavanie hodnôt pre meranie veľkosti opotrebenia metódou ustúpenia reznej hrany prebiehalo v troch výškových hladinách na reznej hrane nástroja. Ako prvé sa nastavila hodnota tzv. ideálnej reznej hrany vo výške 1,5 mm na x-sovej osi, táto bola ďalej používaná ako porovnávací bod pre ústup reznej hrany. Výška 1,5 mm bola zvolená ako porovnávací bod, pretože v zadávacom programe CNC REKORD 110 AL PRISMA bol nastavený presah nástroja pod materiál 3 mm. Z tohto dôvodu bol predpoklad, že nástroj v tejto výške reznej hrany nebude vôbec v zábere, opotrebenie (ústup reznej hrany) v tejto časti nástroja bude mať nulové hodnoty a daná rezná hrana vo výške 1,5 mm sa bude môcť brať ako ideálna rezná hrana. Ďalej sa merali odchýlky skutočnej reznej hrany od ideálnej. Meranie sa robilo v 3 výškových hladinách a to 4, 8 a 12 mm (obr. 7). Vzhľadom k hrúbke materiálu, ktorá bola 18,5 mm nebol predpoklad, že opotrebenie by nastávalo aj v ďalších miestach nástroja.

Namerané hodnoty odchýlok ideálnej reznej hrany od skutočnej reznej hrany boli zapísané do tabuľky a ďalej vyhodnocované v programe Excel.

Frézovanie a následné meranie opotrebenia metódou ustúpenia reznej hrany prebiehalo dovtedy, kým sa nezhodnotilo, že daná kvalita ofrézovanej bočnej plochy smrekovej škárovky nie je ako výsledný stupeň opracovania bočnej hrany prípustná. Nástroj stratil schopnosť plniť vyžadované funkcie, zmenili sa jeho prevádzkové charakteristiky a geometria reznej hrany, nástroj je opotrebený. V takomto prípade nástroj treba vyradiť z prevádzky, prebrúsiť, prípadne úplne vyradiť.



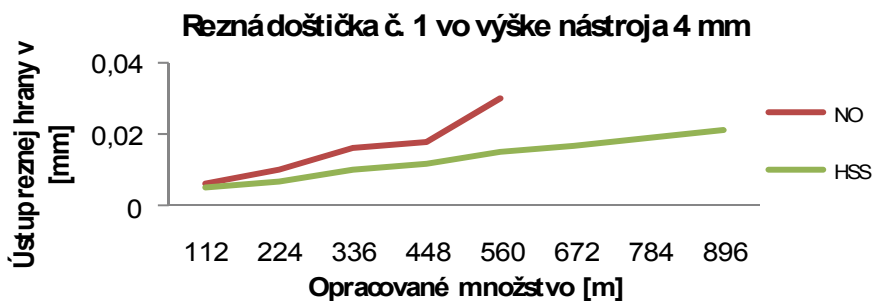
Obrázok 7 Schéma miest merania ústupu reznej hrany na nástroji

Tabuľka 4 Rezné podmienky pri meraní opotrebenia

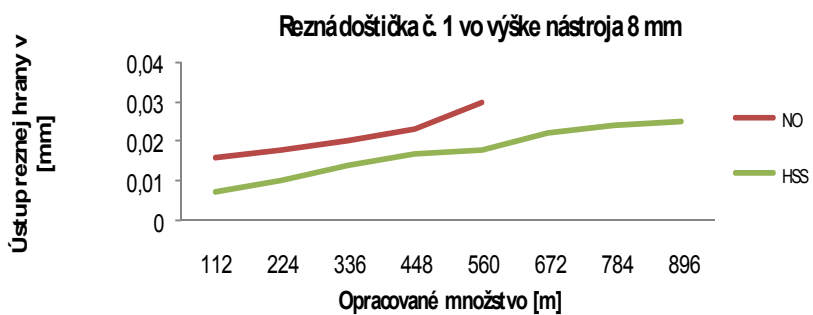
<b>Rezná rýchlosť:</b>	60 m.s <sup>-1</sup>
<b>Otáčky:</b>	12 809 min <sup>-1</sup>
<b>Posuvná rýchlosť:</b>	6,4 m.min <sup>-1</sup>
<b>Drevina:</b>	Smrek
<b>Geometria frézovacej hlavy:</b>	
<b>Uhol čela</b>	23°
<b>Uhol chrbta</b>	15°
<b>Materiál použitý na frézovacích hlavách:</b>	HSS s obsahom W=18% NO – trieda 19000
<b>Čas obrábania jedného kusu:</b>	14 min

## VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSIA

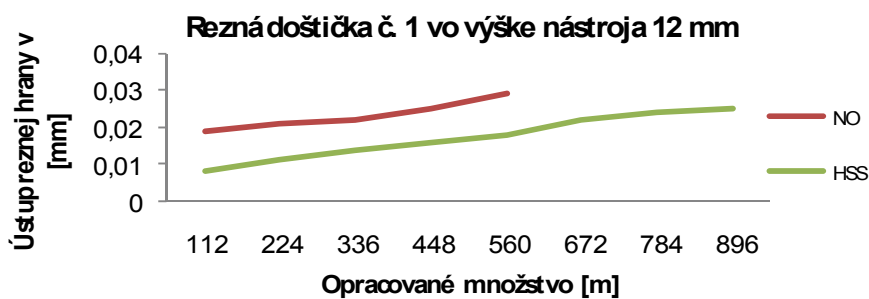
Vyhodnotenie opotrebenia



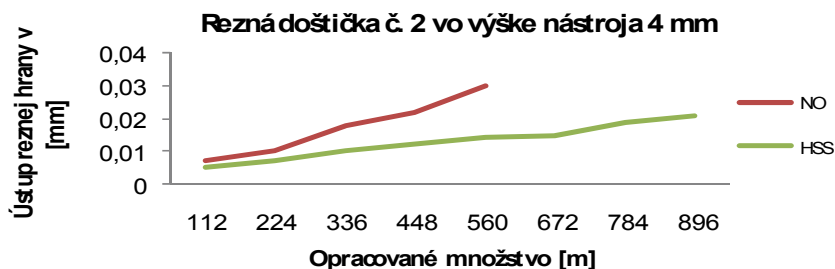
Graf 1 Priebeh opotrebenia nameraný na reznej doštičke č.1 vo výške 4 mm



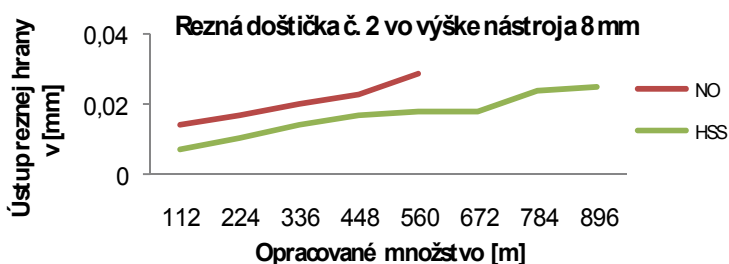
Graf 2 Priebeh opotrebenia nameraný na reznej doštičke č.1 vo výške 8 mm



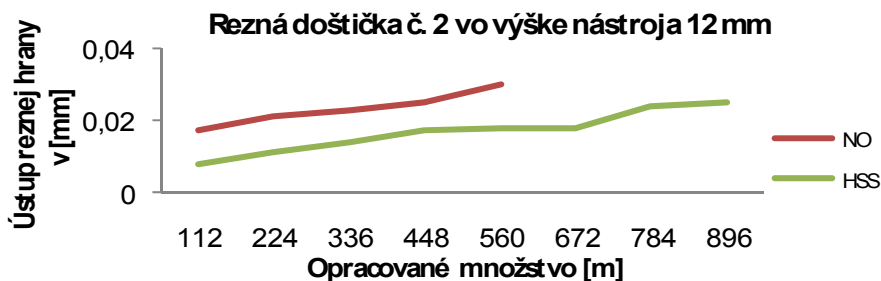
Graf 3 Priebeh opotrebenia nameraný na reznej doštičke č.1 vo výške 12 mm



Graf 4 Priebek opotrebenia nameraný na reznej doštičke č.2 vo výške 4 mm



Graf 5 Priebek opotrebenia nameraný na reznej doštičke č.2 vo výške 8 mm



Graf 6 Priebek opotrebenia nameraný na reznej doštičke č.2 vo výške 12 mm

Cieľom tohto príspevku bolo porovnať odolnosti dvoch zadaných materiálov voči opotrebeniu pri frézovaní smreka. Ako modelový spôsob obrábania bolo vybrané frézovanie pri konštantných rezných podmienkach: rezná rýchlosť  $60 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$  a posuvná rýchlosť  $6,4 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ . Ako nástroj bola použitá frézová hlava s dvomi vymeniteľnými reznými doštičkami s konštantnou geometriou pre zvolené materiály a to: uhol chrbta  $15^\circ$  a čela  $23^\circ$ . Daná geometria bola vyhodnotená ako najoptimálnejšia pre meranie opotrebenia. Opotrebenia pomocou metódy ustúpenia reznej hrany boli zisťované po odfrézovaní 112 m, 224 m, 336 m, 448 m, 560 m, 672 m, 896 m. Meranie hodnôt ustúpenia reznej hrany prebiehalo v troch výškových hladinách. Namerané hodnoty boli spracované tabuľkovo a graficky.

Z grafického spracovania nameraných hodnôt opotrebenia sa potvrdil priebeh opotrebenia, ktorý uvádza Buda (1983). V prvej fáze začiatočného opotrebenia bola rýchlosť opotrebenia väčšia u oboch materiáloch. Príčiny možno hľadať vo zvláštnostiach procesu trenia pri frézovaní. S frézovaným materiálom prichádzajú do styku vždy nové čisté kovové povrchy, pričom na seba pôsobia pod určitým uhlom. V dôsledku interakcie medzi obrábaným a rezným materiálom dochádza k zväčšeniu rozmerov plôšok opotrebenia na nástroji. V druhej fáze normálneho opotrebenia sú povrchy navzájom prispôsobené. S pribúdajúcimi metrami je tendencia rastu opotrebenia ustálená.

U rýchloreznej ocele boli namerané menšie hodnoty opotrebenia ako u nástrojovej oceli. Veľké opotrebenie v začiatočnom úseku od 0 - 112 m je spôsobené oterom častíc. Úsek normálneho opotrebenia má pozvoľne stúpajúci charakter. Nie sú pozorované väčšie rozdiely medzi nameranými hodnotami na oboch zuboch. Najnižšie hodnoty boli namerané vo výške 4 mm a najvyššie vo výške 12 mm. Nástrojová oceľ už v počiatočnej fáze frézovania od 0 – 112 m mala opotrebenie veľmi intenzívne a úsek normálneho opotrebenia mal silne stúpajúci charakter. Nie je pozorovaný výrazný rozdiel medzi reznými doštičkami. Vo výške 4 mm je opotrebenie najnižšie a vo výške 12 mm je opotrebenie najvyššie.

Z vyhodnotenia odolnosti materiálov voči opotrebeniu môžeme teda usúdiť, že ako vhodnejší materiál pre výrobu rezných nástrojov možno považovať rýchloreznú oceľ. Keďže nástrojová oceľ preukázala najnižšiu odolnosť voči opotrebeniu jej použitie na tvorbu nástrojov musí byť účelové. Je vhodná na menšie intenzity zaťaženia a kusovú produkciu. Rýchlorezná oceľ má dobrú odolnosť voči opotrebeniu a je určená pre použitie všade tam, kde sa hľadá stredná cesta medzi nízkymi nákladmi a vysokou akosťou obrábania.

## ZÁVER

Hlavným cieľom tohto príspevku bolo poukázať na vplyv materiálu nástroja na opotrebovanie pri frézovaní smreka. Bolo analyzované opotrebenie reznej hrany nástrojov z dvoch materiálov (rýchlorezná a nástrojová oceľ) pri protibežnom frézovaní smrekového dreva pri konštantných rezných podmienkach ako aj pri konštantnej uhlovej geometrii nástroja.

Meraniami bolo zistené nasledovné: U rýchloreznej ocele boli namerané menšie hodnoty opotrebenia ako u nástrojovej oceli. Veľké opotrebenie bolo v začiatočnom úseku od 0 – 112 m je spôsobené oterom častíc. Úsek normálneho opotrebenia má pozvoľne stúpajúci charakter. Nie sú pozorované väčšie rozdiely medzi nameranými hodnotami na oboch zuboch. Najnižšie hodnoty boli namerané vo výške 4 mm a najvyššie vo výške 12 mm.

Nástrojová oceľ vykazuje najnižšiu odolnosť voči opotrebeniu. Už v počiatočnej fáze frézovania od 0 – 112 m je opotrebenie veľmi intenzívne a úsek normálneho opotrebenia má silne stúpajúci charakter. Nie je pozorovaný výrazný rozdiel medzi zubami. Vo výške 4 mm je opotrebenie najnižšie a vo výške 12 mm je opotrebenie najvyššie. Najvyššie namerané hodnoty opotrebenia pre jednotlivé materiály sú: pre nástrojovú oceľ 0,03 mm pri piatom meraní a odfrézovaní 560 m a pre rýchloreznú oceľ 0,025 pri ôsmom meraní a odfrézovaní 896 m.



## LITERATÚRA

- BUDA, J., SOUČEK, J., VASILKO, K. 1983. Teória obrábania. Bratislava: Vydavateľstvo Alfa, 1983, 356 s. ISBN –7789-14-6
- BARCÍK, Š., PIVOLUSKOVÁ, E., KOTLÍNOVÁ, M. 2007. Experimental observation of juvenile pine wood at plane milling. In: Woodworking technique: proceedings of the 2nd international scientific conference, Zalesina 11. – 15.09.2007 Croatia, s. 189 – 199
- SIKLIENKA, M., MIŠURA, L. 2008. Vplyv presahu pílového kotúča nad rezom na jeho opotrebenie. Zborník prednášok. Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2008, Vydavateľstvo TU vo Zvolene, ISBN – 978-80-228-1913-8, s. 213 - 218
- SIKLIENKA, M.: Súhrn prednášok z drevorezných nástrojov
- HAJNIK, I. 2007. Opatrenie rezného klina. Zborník referátov z odborného seminára, Drevorezné nástroje a obrábanie dreva 2007, Vydavateľstvo TU vo Zvolene, ISBN – 978-80-228-1822-3, s.102
- FRYKOVÁ, D. 2007. Materiály drevorezných nástrojov. Zborník referátov z odborného seminára, Drevorezné nástroje a obrábanie dreva 2007, Vydavateľstvo TU vo Zvolene, ISBN – 978-80-228-1822-3, s. 143-154

### Pod'akovanie

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.“