

## VPLYV MATERIÁLOVÝCH VLASTNOSTÍ RASTLÉHO DREVA NA ŠÍRKU REZNEJ ŠKÁRY PRI REZANÍ ABRAZÍVNÝM VODNÝM LÚČOM

### THE INFLUENCE OF MATERIAL PROPERTIES OF NATIVE WOOD ON KERF WIDTH AT ABRASIVE WATER JET CUTTING PROCESS

Richard Kminiak – Štefan Barčík – Monika Kvietková

#### ABSTRACT

This paper presents results of the impact of cutting timber with the following thickness: 25/50/75 mm, tree species: oak, beech, spruce, with abrasive water jet pressure of 400 MPa with the abrasive Australian grenade GMA 80 MESH, at feed speeds of material into the cut 0.2 / 0.4 / 0.6 m·min<sup>-1</sup>, on the kerf width.

On the basis of the measurements it can be stated that abrasive water jet can cut timber to the thickness of 50mm. Kerf width which depends on the tree species, cutting model, the side of input / output AWJ to / from the material and thickness of the timber is in the range 0.8 to 2, 9 mm.

The kerf width on the side of AWJ entry into the material is less than the output side of the AWJ from material. The difference between the kerf width on the side of AWJ entry into the material and the side of AWJ output from the material depending on the cutting model and cutting height is up to 1 mm. Effect of cutting height to the kerf width is statistically the most important and it increase according to higher cutting height. The difference in the kerf width depending on the cutting model is up to 15 %.

**Keywords:** abrasive water jets, cutting by abrasive water jet, kerf width, influence of the parameters of cutting process on the kerf width.

#### ÚVOD

Technológia rezania abrazívnym vodným lúčom (ďalej len AWJ) umožňuje rezanie takmer všetkých druhov materiálov. Pre svoju univerzálnosť ju môžeme použiť nielen pri krivočiarom rezaní, ale aj pri špecifických technológiách obrábania ako sústruženie, frézovanie, vŕtanie a rezanie závitov (KRAJNÝ 1998).

Jej hlavnou výhodou z pohľadu uplatnenie v rôznych odvetviach drevospracujúceho priemyslu je možnosť vytvárania tvarovo zložitých rezov s relatívne malou šírkou reznej škáry. Spomínanú výhodu je možné využiť hlavne pri výrobe intarzií, mozaikových podláh, či hračiek.

Pri technológii rezania abrazívnym vodným lúčom ide o obrábanie kvapalinovým lúčom obohateným o abrazívo. Ako abrazívo sa používa prírodný granát, oxid hlinitý, minerálny piesok, kremičitý piesok, oceľová drvina (REISNER 2004).

Mechanizmus úberu obrábaného materiálu pri rezaní abrazívnym vodným lúčom je podobný ako mechanizmus úberu materiálu pri brúsení. Z tohto hľadiska môžeme abrazívny vodný lúč zaradiť medzi mnohouholníkové nástroje s nedefinovanou reznou hranou (MAŇKOVÁ 2000). Rezné klíny predstavujú zrná abrazíva. Orientácia zrn abrazíva je úplne náhodná, pričom ich najväčšia koncentrácia je v obvodovej zóne – na povrchu abrazívneho vodného lúča. Koncentrácia abrazíva smerom k jadrú vodného lúča sa prudko znižuje (BERND *et al.* 1993).

Výsledný obrobenný povrch je zložený z rezných plôch zanechávaných reznými klinmi (zrnami abrazíva) (BARCÍK 2007).

Výsledná šírka reznej škáry pri rezaní abrazívnym vodným lúčom závisí od materiálových vlastností a parametrov procesu rezania.

Tento príspevok je zameraný práve na sledovanie šírky reznej škáry. Skutočnosť, že drevo je priestorovo anizotropný materiál a nástroj nie je pevné teleso ale kvapalinový lúč spôsobí to, že šírka reznej škáry pri jednotlivých modeloch rezania nebude totožná. A práve fenomén meniacej sa šírky reznej škáry v závislosti na modeli rezania majú objasniť odpovede prezentované v tomto príspevku.

## EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

Zvolená metodika experimentálnych sledovaní podľa KMINIAKA (2010).

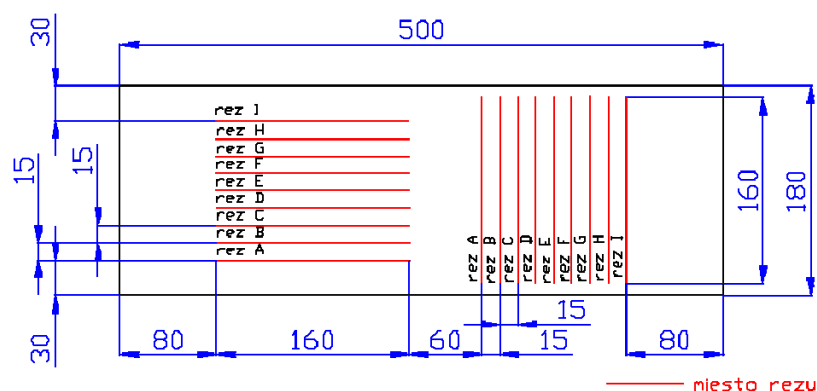
### Parametre skúšobných vzoriek:

- dreviny skúšobných vzoriek: **Dub letný** (*Quercus robur*), **Buk lesný** (*Fagus sylvatica*), **Smrek obyčajný** (*Picea abies*),
- hrúbka skúšobných vzoriek: **25 mm/ 50 mm/ 75 mm**,
- požadovaná šírka skúšobných vzoriek:  $\delta = 180 \text{ mm} (\pm 2,5 \text{ mm})$ ,
- požadovaná dĺžka skúšobných vzoriek:  $l = 500 \text{ mm} (\pm 5 \text{ mm})$ ,
- druh reziva skúšobných vzoriek: **radiálne rezivo/tangenciálne rezivo**,
- vlhkosť skúšobných vzoriek:  $w = 8 \% (\pm 2 \%)$ .

### Parametre procesu rezania:

- tlak reznej kvapaliny: **400 MPa**
- abrazívo: **Austrálsky granát GMA** (zrinitosť 80 MESH)
- priemer abrazívnej trysky/priemer vodnej trysky: **1 mm/0,33 mm**
- hmotnostný tok abrazíva:  $m_a = 250 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}/m_a = 350 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}/m_a = 450 \text{ g}\cdot\text{min}^{-1}$ .
- posuvná rýchlosť:  $v_f = 0,6 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}/v_f = 0,4 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}/v_f = 0,2 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Porez skúšobných vzoriek prebiehal podľa perezovej schémy na Obr.1 v priestoroch firmy DEMA spol. s.r.o. Zvolen. Experimentálne zariadenie na perez skúšobných vzoriek pozostávalo z vysokotlakového čerpadla **PTV 37 - 60 Compact** a pracovného stola s reznou hlavicom **WJ 20 30 D -1Z**.



Obr.1 Porezový plán skúšobnej vzorky.

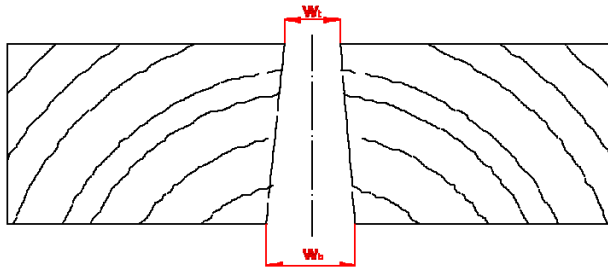
Fig.1 Cutting plan of the test samples.

Pre každú kombináciu dreveniny, hrúbky skúšobnej vzorky a druhu reziva boli porezané tri skúšobne vzorky. Každému rezu A až I (Obr.1) pripadá iná kombinácia posuvnej rýchlosti a hmotnostného toku abrazíva.

Definícia meraných veličín:

Na tomto mieste je potrebné bližšie zadefinovať merané veličiny nakoľko ide o prevzaté pojmy z iných vedných oblastí a ešte nepatria medzi ustálené v drevárskej terminológii.

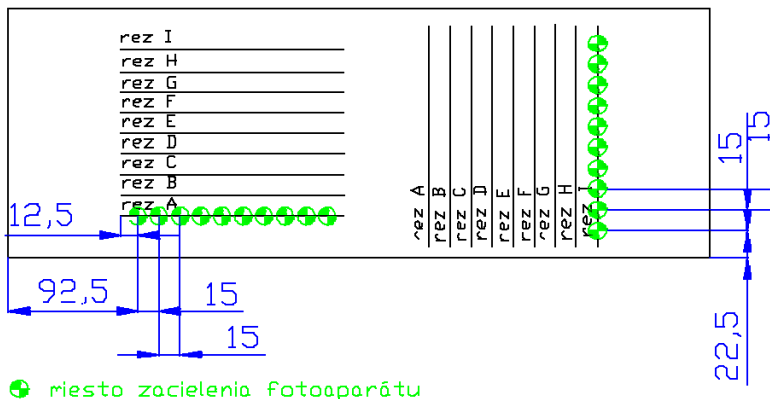
- $w_t$  - šírka reznej škáry na strane vstupu vodného lúča do materiálu (top kerf width) Obr. 2: je šírka reznej škáry, vzniknutá prechodom abrazívneho vodného lúča materiálom, meraná na strane vníkania vodného lúča do materiálu,
- $w_b$  - šírka reznej škáry na strane výstupu vodného lúča z materiálu (bottom kerf width) Obr. 2: je šírka reznej škáry vzniknutá prechodom abrazívneho vodného lúča materiálom, meraná na strane vychádzania vodného lúča z materiálu(KULEKCI 2002).



Obr. 2 Znárodnenie meraných charakteristík šírky reznej škáry.  
Fig. 2 Illustration of the measured kerf width characteristics.

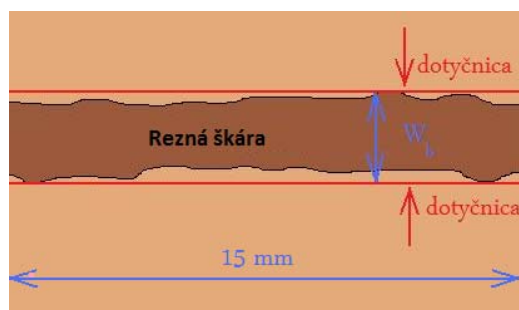
Pracovný postup:

1. vytvorenie digitálnej fotografie reznej škáry spolu s referenčnou mierkou (šírka reznej škáry bola meraná na vstupnej aj na výstupnej strane rezu (Obr. 2), na každej strane sa realizovalo desať meraní, pričom vzdialenosť meraní bola 15mm (Obr. 3),



Obr. 3 Miesta merania šírky reznej škáry.  
Fig. 3 Points of measuring of the kerf width.

2. meranie šírky reznej škáry (šírka reznej škáry bola meraná pomerne v programe autoCAD. Meranie šírky reznej škáry na strane výstupu vodného lúča z materiálu bolo sťažené zvlneným profilom hrany rezu. Nakoľko pre praktické využitie je dôležitá maximálna veľkosť reznej škáry (z hľadiska určenia prídavkov pre prípadné ďalšie opracovanie, STN 49 02 31), bola šírka reznej škáry meraná ako vzdialenosť dvoch najvzdialenejších rovnobežných dotyčníc k hrane rezu (Obr. 4), vyhodnocovaná dĺžka hrany rezu bola 15 mm).



Obr. 4 Meranie šírky reznej škáry zo strany výstupu vodného lúča z materiálu.  
Fig. 4 Measuring of bottom kerf width.

### 3. prevod pomerných rozmerov na skutočné rozmery a štatistické vyhodnotenie údajov.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Priemerná šírka reznej škáry na strane vstupu AWJ do materiálu je pri výške rezu 25 mm 0,95 mm a pri výške rezu 50 mm 1,14 mm. Na strane výstupu AWJ z materiálu je šírka reznej škáry pri výške rezu 25 mm 1,09 mm a pri výške rezu 50 mm 2,06 mm.

Technológiu rezania abrazívnym vodným lúčom je účelom použitia možné porovnať z modelárskymi pásovými pilami alebo dekupírkami (BEER 2007). Pri modelárskych pásových pilách je možné dosiahnuť šírku reznej škáry 0,6 mm a pri dekupírkach 0,4 mm. Teda 2 a 3 kat užšiu reznú škáru ako pri technológii rezania abrazívnym vodným lúčom.

Na rozdiel od modelárskych pásových píl a dekupírok nebude šírka reznej škáry pri technológii rezaní AWJ po výške rezu konštantná. Rozdiel medzi šírku reznej škáry na strane vstupu AWJ do materiálu a šírku reznej škáry na výstupe z materiálu bude v priemere pri výške rezu 25 mm 0,19 mm a pri výške rezu 50 mm 0,97 mm.

Pri porovnaní netreba opomenúť že kým technológia rezania AWJ pracuje s posuvnými rýchlosťami pod  $1 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$  pri modelárskych pasových pilách a dekupírkach je pri tých istých podmienkach reálna posuvná rýchlosť na úrovni až  $3 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$ .

Šírka reznej škáry je ovplyvnená pri rezaní abrazívnym vodným lúčom modelom rezania. Rozdiel v šírke reznej škáry medzi jednotlivými modelmi rezania môže byť až 15 %. Ďalej bude podrobnejšie rozobratý vplyv faktorov vytvárajúcich jednotlivé modely rezania na šírku reznej škáry.

Ako vyplýva z vyhodnotenia získaných údajov viacfaktorovou analýzou rozptylu, vplyv sledovaných faktorov na šírku reznej škáry na strane vstupu, ako aj na strane výstupu štatisticky významný. Na základe vykonaného F-testu je možné faktory zoradiť podľa štatistickej významnosti do nasledovného poradia:

- šírka reznej škáry na strane vstupu AWJ do materiálu: 1) výška rezu (hrúbka vzorky), 2) typ reziva, 3) drevena, 4) smer rezania,
- šírka reznej škáry na strane výstupu AWJ z materiálu: 1) výška rezu (hrúbka vzorky), 2) drevena, 3) smer rezania, 4) typ reziva.

#### Vplyv výšky rezu (hrúbky vzorky)

Pôvodným výskumným zámerom bolo sledovanie troch výšok rezu 25 mm, 50 mm a 75 mm. Nakoľko pri výške rezu 75 mm a daných rezných podmienkach nedochádzalo k úplnému prerezaniu materiálu, prípadne plocha rezu bola natoľko poškodená, že na nej nebolo možné vykonať merania danou metodikou (Obr. 5), výška rezu 75 mm bola vyradená.

Daná skutočnosť je dosť prekvapivá, nakoľko pri obdobných podmienkach dochádza k predeleniu kovových platní hrúbky až 100 mm. Možné vysvetlenie spočíva v tom, že drevo má dobré absorpčné vlastnosti a tým značnú časť dodanej energie pohltí.



Obr. 5 Šírka reznej škáry dubovej vzorky pri reznej výške (hrúbke) 75 mm, posuvnej rýchlosti 0,2 m·min<sup>-1</sup> a hmotnostnom toku abrazíva 450 g·min<sup>-1</sup>.

Fig. 6 Oak samples kerf width, of cutting height (thickness) 75 mm, feed rate 0,2 m·min<sup>-1</sup> and abrasive mass flow 450 g·min<sup>-1</sup>.

Pre vplyv reznej výšky na šírku reznej škáry či už na strane vstupu, alebo na strane výstupu platí, že s nárastom reznej výšky šírka reznej škáry narastá Tab.1. Zmena reznej výšky z 25 mm na 50 mm znamená v priemere zväčšenie šírky reznej škáry na strane vstupu o 0,05 mm a na strane výstupu o 1.1 mm.

Tab.1 Priemerné hodnoty šírky reznej škáry v závislosti na výške rezu pre rôzne dreviny.

Tab.1 Average values of the kerf width in dependence on cutting height for various wood species.

Drevina	Výška rezu (mm)	Šírka reznej škáry – vstupná strana (mm)			
		Priemer	Štandardná chyba	-95,00 %	+95,00 %
Smrek	25	1,046	0,006	1,034	1,058
Smrek	50	1,102	0,006	1,090	1,114
Dub	25	1,137	0,006	1,126	1,149
Dub	50	1,076	0,006	1,064	1,088
Buk	25	1,077	0,006	1,066	1,089
Buk	50	1,242	0,006	1,130	1,253
Drevina	Výška rezu (mm)	Šírka reznej škáry – výstupná strana (mm)			
		Priemer	Štandardná chyba	-95,00 %	+95,00 %
Smrek	25	0,944	0,028	0,888	0,999
Smrek	50	1,404	0,028	1,148	1,460
Dub	25	0,996	0,028	0,941	1,052
Dub	50	2,708	0,028	2,652	2,764
Buk	25	0,919	0,028	0,864	0,975
Buk	50	2,061	0,028	2,005	2,116

Zdôvodnenie je nasledovné. Pre AWJ platí, čím ďalej od ústia reznej hlavice sa rezná častica nachádza, tým väčšia je pravdepodobnosť, že sa zrazí s ďalšou časticou a bude vychýlená do strany. So zväčšovaním výšky rezu sa zväčšuje množstvo takto vychýlených častíc a tým aj šírka reznej škáry (HAVLIK 1995). Tento jav je daný prirodzeným rozpadom AWJ a je ho možné popísať ako kontinuálne rozširovanie vodného lúča so zväčšovaním sa vzdialenosti od ústia reznej hlavice, t.j. čím širší je vodný lúč, tým širšia je aj rezná škára.

Zároveň pri zvýšení reznej výšky je, potrebné rovnakým množstvom dodanej energie rozdeliť väčšie množstvo materiálu. Keďže sa energia AWJ postupne po výške rezu spotrebovávajú na predelenie materiálu, úmerne s hĺbkou rezu klesá energetický potenciál AWJ (HASHIS 1991). Dôsledkom menšieho energetickým potenciálom AWJ je väčšia šírka rezu.

#### Vplyv typu reziva

Rozdielnu šírku reznej škáry možno pozorovať aj pri rôznych typoch reziva Tab. 2. Na základe vyhodnotení je možné konštatovať, že za rovnakých technologických podmienok je väčšia šírka reznej škáry u radiálneho reziva (teda pri tangenciálnom reze) ako u tangenciálneho reziva (teda pri reze radiálnom). Platí to nielen na strane vstupu, ale aj na strane výstupu. Rozdiel medzi radiálnym a tangenciálnym rezivom na strane vstupu predstavuje v priemere 0,05 mm a na strane výstupu 0,12 mm.

Zdôvodnenie daného prejavu je potrebné hľadať v makroskopickej štruktúre dreva (POŽGAJ *et al.* 1997). Základný rozdiel medzi radiálnym a tangenciálnym rezivom je v orientácii ročných kruhov. Ročný kruh je tvorený jarným a letným drevom, kde jarné drevo sa od letného odlišuje hustotou a hodnotami fyzikálno-mechanických vlastností. Pri tangenciálnom rezive sa po výške pravidelne striedajú vrstvy jarného a letného dreva. Pri radiálnom rezive je to väčšinou homogénna vrstva tvorená len jedným druhom dreva.

Pre vodný lúč preto platí, čím homogénnejšia je štruktúra, tým širšia je rezná škára, nakoľko homogénnejšia štruktúra je ľahšie opracovateľná (dôkazom ľahšej opracovateľnosti je aj menšie zaostávanie AWJ v radiálnom smere).

V kontexte s tým nemožno očakávať nič iné, iba širšiu reznú škáru v prípade radiálneho reziva, čo potvrdili experimentálne sledovania.

**Tab. 2 Priemerné hodnoty šírky reznej škáry v závislosti na type reziva pre rôzne dreviny.**  
**Tab. 2 Average values of the kerf width in dependence on type of sawn timber for various wood species.**

Drevina	Typ reziva	Šírka reznej škáry – vstupná strana (mm)			
		Priemer	Štandardná chyba	-95,00 %	+95,00 %
Smrek	Radiálne	1,105	0,006	1,094	1,117
Smrek	Tangenciálne	1,042	0,006	1,031	1,054
Dub	Radiálne	1,105	0,006	1,093	1,117
Dub	Tangenciálne	1,108	0,006	1,096	1,120
Buk	Radiálne	1,206	0,006	1,194	1,218
Buk	Tangenciálne	1,113	0,006	1,101	1,125
Drevina	Typ reziva	Šírka reznej škáry – výstupná strana (mm)			
		Priemer	Štandardná chyba	-95,00 %	+95,00 %
Smrek	Radiálne	1,362	0,028	1,306	1,418
Smrek	Tangenciálne	0,986	0,028	0,930	1,041
Dub	Radiálne	1,971	0,028	1,915	2,027
Dub	Tangenciálne	1,733	0,028	1,678	1,789
Buk	Radiálne	1,345	0,028	1,289	1,400
Buk	Tangenciálne	1,635	0,028	1,580	1,691

### *Vplyv dreviny*

Každá zo sledovaných drevín je zástupcom inej skupiny drevín, disponuje inou vnútornou štruktúrou a tým aj rozdielnymi fyzikálno-mechanickými vlastnosťami (GERENCŠÉR *et al.* 2003). Preto nie je interakcia týchto drevín z AWJ totožná, čo sa prejaví aj na šírke reznej škáry.

Z pohľadu vyhodnotenia šírky reznej škáry na strane vstupu AWJ do materiálu **Tab. 3**, šírka reznej škáry narastá v poradí smrek, dub, buk. Pokiaľ sa jedná o stranu výstupu vodného lúča z materiálu **Tab. 3**, poradie zmeny a šírka reznej škáry narastá v poradí smrek, buk, dub.

**Tab. 3 Priemerné hodnoty šírky reznej škáry pre rôzne dreviny.**

**Tab. 3 Average values of the kerf width for various wood species.**

Drevina	Šírka reznej škáry – vstupná strana (mm)			
	Priemer	Štandardná chyba	-95,00 %	+95,00 %
Smrek	1,074	0,004	1,066	1,082
Dub	1,107	0,004	1,098	1,115
Buk	1,160	0,004	1,151	1,168
Drevina	Šírka reznej škáry – výstupná strana (mm)			
	Priemer	Štandardná chyba	-95,00 %	+95,00 %
Smrek	1,174	0,020	1,134	1,213
Dub	1,852	0,020	1,813	1,892
Buk	1,490	0,020	1,451	1,529

Na vzorkách použitých na skúšobné porezy bolo vykonané aj stanovenie ich hustoty v absolútne suchom stave, podľa *STN 49 01 08* a to: smrek  $450 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , dub  $670 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  a buk  $690 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

Hustota poskytuje vysvetlenie maximálne pre šírku reznej škáry na strane vstupu AWJ do materiálu. Pri odôvodňovaní šírky reznej škáry na strane výstupu AWJ z materiálu je potrebné zohľadniť štruktúru dreva a uvažovať na úrovni bunkových elementov (ich veľkosť, pevnosť, vzájomná súdržnosť a počet v objemovej jednotke materiálu).

#### Vplyv smeru rezania

**Tab. 4** Priemerné hodnoty šírky reznej škáry v závislosti na smere rezania pre rôzne dreviny.  
**Tab. 4** Average values of the kerf width in dependence on grain direction for various wood species.

Drevina	Smer rezania	Šírka reznej škáry – vstupná strana (mm)			
		Priemer	Štandardná chyba	-95,00 %	+95,00 %
Smrek	Pozdĺž	1,066	0,006	1,055	1,078
Smrek	Naprieč	1,081	0,006	1,070	1,093
Dub	Pozdĺž	1,104	0,006	1,092	1,116
Dub	Naprieč	1,109	0,006	1,097	1,121
Buk	Pozdĺž	1,205	0,006	1,194	1,217
Buk	Naprieč	1,114	0,006	1,102	1,125
Drevina	Smer rezania	Šírka reznej škáry – výstupná strana (mm)			
		Priemer	Štandardná chyba	-95,00 %	+95,00 %
Smrek	Pozdĺž	1,137	0,028	1,082	1,193
Smrek	Naprieč	1,210	0,028	1,155	1,266
Dub	Pozdĺž	1,446	0,028	1,390	1,501
Dub	Naprieč	2,259	0,028	2,203	2,315
Buk	Pozdĺž	1,400	0,028	1,344	1,456
Buk	Naprieč	1,580	0,028	1,524	1,636

Veľkosť vplyvu smeru rezania je diametrálne rozdielna, čo sa týka vplyvu na šírku reznej škáry **Tab. 4**. Kým na strane vstupu AWJ do materiálu je jeho vplyv minimálny v porovnaní s ostatnými faktormi zanedbateľný, na strane výstupu AWJ z materiálu je tento vplyv značný.

Na vstupnej strane AWJ do materiálu v dôsledku zmeny smeru prerezovania vlákien z pozdĺžneho na priečne dochádza k zúženiu šírky reznej škáry v priemere o 0,24 mm, na vstupnej strane AWJ z materiálu v dôsledku zmeny smeru prerezovania vlákien z pozdĺžneho na priečne dochádza ku rozšíreniu reznej škáry v priemere o 0,36 mm.

Výrazné rozšírenie reznej škáry na strane výstupu abrazívneho vodného lúča z materiálu pri zmene smeru rezania z pozdĺžneho na priečne sa dá vysvetliť orientáciou elementov dreva v rámci jeho štruktúry. Kým pri rezaní pozdĺž vlákien sú bunkové elementy orientované svojou dĺžkou zhodne so smerom pohybu a delenie materiálu prebieha najmä v medzibunkových priestoroch, pri delení naprieč vlákien dochádza k deleniu materiálu naprieč bunkovými elementmi, čo prináša riziko celkového oddelenia - vytrhnutia bunkového elementu zo štruktúry materiálu. Toto riziko sa zväčšuje so znižovaním energie AWJ (energia nie je dostatočná na predelenie bunkového elementu, ale ešte postačuje na jeho vytrhnutie) a jeho súčasným rozširovaním (efekt prirodzeného rozpadu AWJ) s pribúdajúcou hĺbkou rezu.

## ZÁVER

Šírka reznej škáry je závislá od množstva dodanej energie abrazívnym vodným lúčom a odporu materiálu. Pri homogénnych materiáloch ako je kov a plast to nespôsobuje žiadne komplikácie. Pri materiáloch so zložitou priestorovo orientovanou vnútornou štruktúrou, akým je rastlé drevo je situácia rozdielna. Veľkosť odporu bude priestorovo orientovaná, čo zákonite

ovplyvní aj šírku reznej škáry. V prípade rastlého dreva si to vynúti okrem všeobecne sledovaných parametrov (materiál a výška rezu) sledovať aj ďalšie dva faktory smer rezania a druh reziva. Inak povedané prispôbovať parametre rezu aktuálnemu modelu rezania.

Z vykonaných experimentov možno sformulovať nasledovné závery. Pri súčasnosti maximálnom používanom tlaku abrazíva 400 MPa je možné rezať materiály do hrúbky 50 mm. Šírka reznej škáry sa v závislosti na modeli rezania, strane sledovania a hrúbke reziva bude meniť v rozsahu 0, 8 až 2,9 mm. Šírka reznej škáry na strane vstupu AWJ do materiálu bude menšia ako na strane výstupu AWJ z materiálu. Rozdiel medzi šírkou reznej škáry na strane vstupu AWJ do materiálu a na strane výstupu AWJ z materiálu môže v závislosti od reznej výšky a modelu rezania dosiahnuť až 1mm. Vplyv reznej výšky na šírku reznej škáry je štatisticky najvýznamnejší a zo zväčšujúcou sa reznou výškou tento vplyv narastá. Rozdiel v šírke reznej škáry v závislosti na modeli rezania môže dosiahnuť až 15%.

Pri porovnaní technológie rezania abrazívnym vodným lúčom s modelárskou pasovou pilou a dekupírkou je potrebné konštatovať že tieto disponujú až trojnásobne vyšou posuvnou rýchlosťou a menšou šírkou reznej škáry.

## LITRATÚRA

- BARCÍK, Š. 2007. Progresívna metóda obrábania dreva vodným lúčom. In: Drevorezné nástroje a obrábanie dreva. 2007. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2007. s. 3 – 11. ISBN 978-80-228-1822-3.
- BEER, P. 2007. Niekonwencionalne narzedzia do obróbki drewna. Poznań: Wydawnictwo Akademii Rolniczej, 2007. s. 58–70. ISBN 978-83-7160-445-4.
- BERND, K. *et al.* 1993. Schneiden mit Laserstrahlung und Wasserstrahl. Ehningen bei Böblinger: expert Verlag, 1993, s. 3–93, ISBN 3-8169-0748-2.
- GERENCSÉR, K., BEJÓM, L. 2003. Investigations into the cutting of solid wood. In: FAIPAR [online]. 2006, LIV(2–3), [cit: 23.07.08]. Dostupné na internete: [http://faipar.fmk.nyme.hu/Faipar\\_54\\_23\\_5.pdf](http://faipar.fmk.nyme.hu/Faipar_54_23_5.pdf).
- HASHISH, M. 1991. Optimization Factors in Abrasive Waterjet Machining. Journal of Engineering for industry. 1991, 113(1): 29–37. ISSN 0022-0817.
- HAVLÍK, B. 1995. Kvantifikácia technologických parametrov pre obrábania vodným lúčom – WJM. Bratislava: KVT SJF STU, 1995. s. 69. ISBN 80-8094-046-0.
- KMINIAK, R. 2010. Obrábanie natívneho dreva abrazívnym vodným lúčom. (Dizertačná práca). Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2010. s. 56–75.
- KRAJNÝ, Z. 1998. Vodný lúč v praxi. Bratislava: EPOS, 1998. s. 10–250. ISBN 80-8057-091-4.
- KULEKCI, M. K. 2002. Processes and apparatus developments in industrial waterjet applications. International Journal of Machine Tools and Manufacture. 2002, 42(12): 1297–1306. ISSN 0890-6955.
- MAŇKOVÁ, I. 2000. Progresívne technológie. Košice: VIENALA, s. 63–90. ISBN 80-7099-430-4.
- POŽGAJ, A., CHOVANEC, D., KURJATKO, S., BABIAK, M. 1997. Štruktúra a vlastnosti dreva. Bratislava: Príroda, 1997. 488 s. ISBN 80-07-00960-4.
- REISNER, J. 2004. Současnost v obrábění vodním paprskem a laserem v dřevoprumyslu v ČR. In: Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva 2004. Zvolen: Technická univerzita vo Zvolene, 2004, ISBN 80-228-1385-0, s. 201-204.
- STN 49 01 08:1993 Zisťovanie hustoty dreva.
- STN 49 02 31:1993. Pridávky na opracování řeziva a přířezů řeziva, drsnost povrchu výrobků ze dřeva a na bázi dřeva.

## Adresy autorov

Ing. Richard Kminiak, PhD.  
Technická univerzita vo Zvolene  
Drevárska fakulta  
Katedra obrábania dreva  
T. G. Masaryka 24  
960 53 Zvolen  
Slovenská republika  
[kminiak@vsld.tuzvo.sk](mailto:kminiak@vsld.tuzvo.sk)



Doc. Ing. Štefan Barčík, PhD.  
Technická univerzita vo Zvolene  
Drevárska fakulta  
Katedra obrábania dreva  
T. G. Masaryka 24  
960 53 Zvolen  
Slovenská republika

Ing. Monika Kvietková  
Technická univerzita vo Zvolene  
Drevárska fakulta  
Katedra obrábania dreva  
T. G. Masaryka 24  
960 53 Zvolen  
Slovenská republika  
kvietkova@is.tuzvo.sk

