



GRANULOMETRICKÁ ANALÝZA TRIESKY Z ROVINNÉHO FRÉZOVANIA TOPOĽOVÉHO DREVA

Štefan Barcík – Eva Pivolusková – Richard Kminiak

Abstract

This work was particularly aimed at observation of granulometric composition of chip of poplar wood at plane milling. The experiments were realized at conditions: cutting speed 30, 45 a 60 m.s⁻¹, feed speed 2,5 a 15 m.min⁻¹, juvenile wood and mature wood, trembling poplar and hybrid poplar „Serotina“. This work deals with differences in working of juvenile wood compared to mature wood and naturally grown poplar compared to plantation grown poplar.

Key words: *poplar wood, juvenile wood, fast-growing species, plane milling, granulometric analysis*

ÚVOD

V drevospracujúcom priemysle je odsun triesky od miesta jej vzniku v drevodeliacom stroji spravidla zabezpečovaný vzduchotechnickým systémom. Z hľadiska environmentálnych kritérií sa musí vzduchotechnický systém prispôbiť zmenám frézovaného materiálu a takisto zmenám technicko – technologických podmienok. Je dôležité špecifikovať vlastnosti dezintegrovanej drevnej hmoty vznikajúcej pri konkrétnych podmienkach v kontexte s charakteristickými vlastnosťami triesky juvenilného dreva, ako aj porovnanie juvenilného dreva so starším drevom a porovnanie prírodne a plantážnicky pestovaného topoľa v závislosti na konkrétnych technicko-technologických podmienkach delenia drevnej hmoty.

Príspevok je zameraný na porovnanie granulometrickej analýzy triesky odobratej z procesu rovinného frézovania na spodnej vretenovej frézke medzi druhmi topoľa a medzi juvenilným a starším drevom pod vplyvom zmeny posuvnej rýchlosti (2,5 a 15 m.min⁻¹), a reznej rýchlosti (30, 45 a 60 m.s⁻¹).

1. TEORETICKÝ ROZBOR

Pestovanie rýchlorastúcich drevín

Plantáže rýchlorastúcich drevín sú intenzívne pestovania niektorých druhov drevín, vybraných na základe ich obvodového prírastku a zakladané k vyprodukovaniu drevnej

suroviny v kratších ako normálne uplatňovaných cykloch lesných kultúr (do 60 rokov), pokiaľ možno s čo najväčším objemom drevnej suroviny (ZAJACZKOWSKI, 2000).

Drevo z hybridov topoľov má mimoriadny rast, lepší tvar a vyššiu prispôboivosť. Rýchlorastúce klony obsahujú veľkú časť juvenilného dreva (BALATINECZ – KRETSCHMANN, 2001). Vlastnosti klonov topoľa sú nižšie ako vlastnosti topoľa a osiky rastúcich v prírodných lesných podmienkach (PETERS et al., 2002). Na Slovensku sa intenzívne pestuje borovica, topoľ a jaseň. Využitie dreva klonov topoľov z plantážnického pestovania je podobné využitiu prírodne pestovaných topoľov (ZOBEL – SPRAGUE, 1998).

Juvenilné drevo

Juvenilné drevo sa nachádza v okolí stržňa v prvých 5 – 20 ročných kruhoch v kmeni. Z praktického hľadiska je dôležité, koľko juvenilného dreva sa nachádza v spracovávanom sortimente dreva, resp. koľko juvenilného dreva sa po prvostupňovom spracovaní dostane do polotovaru, resp. finálneho výrobku (ČUNDERLÍK, 2002).

V podmienkach nášho lesného hospodárstva sa surovina s veľkým podielom juvenilného dreva získava z prebierok smrekových a borovicových monokultúr, druhým zdrojom juvenilného dreva je vrcholová časť stromov rubného veku. Posledným zdrojom je surovina z intenzívneho pestovania, najmä na Východoslovenskej a Podunajskej nížine.

Juvenilné drevo má oproti staršiemu drevu dvakrát kratšie bunky, vyšší podiel libriformných vlákien, menší priemer buniek, nižší podiel ciev, tenšiu hrúbku buniek, väčší fibrilárny uhol (MAEGLIN, 1987). Juvenilné drevo listnatých drevín sa preukazuje nižšími fyzikálnymi vlastnosťami, nízkou pevnosťou a vyšším zosychaním, čo dokumentuje aj Tab. 1, kde sú uvedené priemerné hodnoty vlastností pre skúmané druhy topoľov, ktoré boli východiskovým bodom pre hodnotenie rozdielov medzi druhmi topoľa a medzi juvenilným a starším drevom.

Rýchlorastúce druhy môžu byť zoťaté v mladých rokoch dokonca, keď skoro celé drevo je juvenilné, bez značnej straty kvality (ZOBEL – SPRAGUE, 1998).

Tabuľka 1 Prehľad priemerných hodnôt fyzikálnych a mechanických vlastností

Vlastnosť	Topoľ osikový		Klon topoľa „Serotina“	
	Juvenilné drevo	Staršie drevo	Juvenilné drevo	Staršie drevo
Tangenciálne zosychanie [%]	5,5	6,2	5,1	5,8
Radiálne zosychanie [%]	5,1	4,7	4,7	4,3
Hustota v absolútne suchom stave [$\text{g}\cdot\text{cm}^{-3}$]	0,331	0,364	0,313	0,342
Modul pružnosti v ohybe [MPa]	6620	7970	5650	7030
Medza pevnosti v ohybe [MPa]	61	65,7	46,1	51,8
Rázová húževnatosť [$\text{J}\cdot\text{cm}^{-2}$]	1,9	3,2	3,4	4,6

Granulometrická analýza

Zrinitosť (granulometrické zloženie) je údaj charakterizujúci zastúpenie jednotlivých častíc (skupiny častíc) určitej veľkosti v celom súbore sypkej hmoty. Najbežnejšou metódou pre stanovenie granulometrickej skladby je sitovanie t.j. preosievanie vzorky sypkej hmoty na sade sít s určitými veľkosťami medzier v pletive sita, usporiadaných zvyčajne od najväčších po najmenšie. Výsledky sitovej analýzy sa uvádzajú formou tabuľky, alebo graficky formou distribučnej krivky D_a , resp. integrálnej krivky zrinitosti (krivky prepádov P_a , alebo krivky zvyškov Z_a) (DZURENDA, 2002).

2. MATERIÁL A METODIKA

Pri experimentálnych skúškach boli použité vzorky z topoľa osikového (*Populus tremula*), ktorý pochádzal z oblasti Kováčovská dolina z nadmorskej výšky 375 m n. m. Vo veku 45 rokov obsahovali 27 % juvenilného dreva. Ako druhá drevina bol použitý klon topoľa (*Populus x Euramericana* „Serotina“), ktorý pochádza z oblasti Kráľova lúka, z nadmorskej výšky 118 m n.m. Vo veku 37 rokov obsahovali 30 % juvenilného dreva. Na základe vizuálnej metódy sledovania šírky ročných kruhov, dostupnej literatúry a predchádzajúcich meraní sa stanovila pre obidve dreviny zóna juvenilného dreva z celého prierezu kmeňa na 10 – 12 ročných kruhov. Z výrezov sa vymanipulovali radiálne dosky, ktoré obsahovali najviac juvenilného dreva. Potom boli dosky prepílené cez stržeň a vykrátené na 1 m. Radiálne dosky sa sušili a klimatizovali pri $\varphi = 65\%$ a $T = 20^\circ\text{C}$ na 12 % vlhkosť. Po klimatizovaní dosky boli opracované na hrúbku 35 mm.

Pre samotné experimentálne frézovanie sa použili vždy nabrúsené nože frézovacích hláv. Jednotlivé experimentálne vzorky o rozmeroch 35 x 1000 mm (hrúbka x dĺžka) boli protibežne frézované na spodnej vretenovej frézke s podávacím zariadením Fromnia pri technicko-technologických podmienkach: $v_f = 2,5$ a $15 \text{ m}\cdot\text{min}^{-1}$, $v_c = 30, 45$ a $60 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$, typ dreva – juvenilné a staršie drevo, druh dreviny – topoľ osikový, klon topoľa „Serotina“ a pri uhlovej geometrii frézy $\beta = 55^\circ$, $\gamma = 15^\circ$ a hĺbke úberu $a_p = 1 \text{ mm}$.

Experimentálny proces frézovania, ktorý sa opakoval pri všetkých dvadsiatich štyroch kombináciách technicko-technologických podmienok pozostával z nastavenia konkrétnej kombinácie technicko-technologických podmienok, zo zapojenia mobilného odsávacieho zariadenia, frézovania experimentálnej vzorky – 10 bežných metrov a odberom vzorky triesky.

Odber vzorky triesky

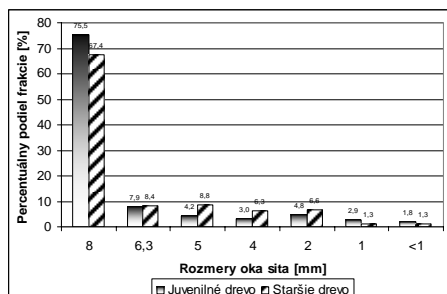
Odber vzorky triesky na sledovanie granulometrického zloženia a rozmerov triesky bol vykonaný pomocou mobilného odsávacieho zariadenia. Toto zariadenie bolo pripojené k spodnej vretenovej frézke. Po každej odfrézovanej kombinácii technicko-technologických podmienok bolo zo zariadenia odobrané cca 200 g triesok. Zariadenie sa po každom odobratí triesok vyčistilo od ostatného odpadu a pripravilo pre nový odber. Všetkých dvadsať štyri vzoriek triesok sa označilo a pripravilo pre konkrétne sledovanie granulometrického zloženia a rozmerov triesky.

Postup granulometrickej analýzy

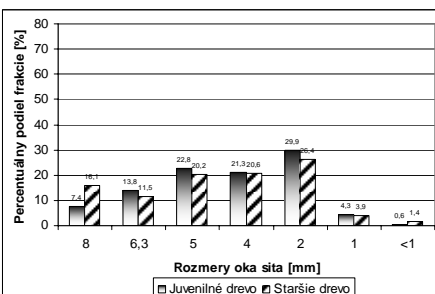
Sitová analýza sa vykonala na Katedre obrábania dreva na laboratórnej preosievačke Retsch AS 200 sadou kontrolných sít podľa *STN ISO 3310-1*. Na základe predchádzajúcej granulometrickej analýzy rovnakého typu triesok (BARCÍK et al., 2005) sa určili sítá s veľkosťami ôk: 8; 6,3; 5; 4; 2 a 1 a takisto aj doba sitovania na 5 min. Podiely zvyškov na jednotlivých sítách sa zisťovali pomocou digitálnych laboratórnych váhach Radwag WPS 510/C/2 s presnosťou váženia 0,001 g. Merania boli vykonané pri priemernej vlhkosti triesok 12 %. Analýza sa opakovala trikrát pre každú vzorku (každú kombináciu technicko-technologických podmienok), aby sa vylúčili chyby merania. Výsledné hodnoty sa nakoniec spriemerovali.

3. VÝSLEDKY A DISKUSIA

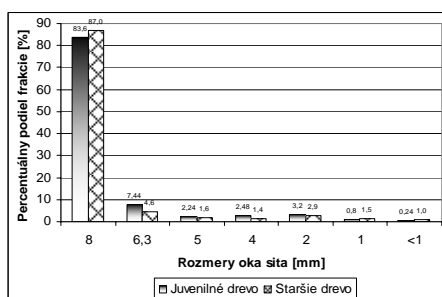
Výsledky granulometrickej analýzy sa vyhodnotili formou distribučných kriviek. Na Obr. 1 a 2 vidíme priebeh granulometrického zloženia pre topoľ osikový a na Obr. 3 a 4 pre klon topoľa „Serotina“, pri reznej rýchlosti $v_c = 30 \text{ m.s}^{-1}$, nakoľko pri ostatných rezných rýchlostiach sa zaznamenal obdobný priebeh granulometrického zloženia.



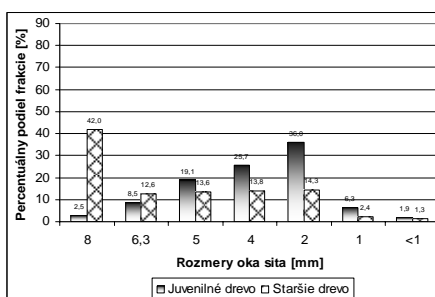
Obrázok 1 Distribučná krivka triesky vznikajúcej pri podmienkach $v_c = 30 \text{ m.s}^{-1}$ a $v_f = 2,5 \text{ m.min}^{-1}$



Obrázok 2 Distribučná krivka triesky vznikajúcej pri podmienkach $v_c = 30 \text{ m.s}^{-1}$ a $v_f = 15 \text{ m.min}^{-1}$



Obrázok 3 Distribučná krivka triesky vznikajúcej pri podmienkach $v_c = 30 \text{ m.s}^{-1}$ a $v_f = 2,5 \text{ m.min}^{-1}$



Obrázok 4 Distribučná krivka triesky vznikajúcej pri podmienkach $v_c = 30 \text{ m.s}^{-1}$ a $v_f = 15 \text{ m.min}^{-1}$

Z výsledkov sa klasifikujú vzniknuté triesky podľa normy *STN 26 0070* do tried zrnitosti A – Veľmi jemné (0,07 – 0,5 mm), B – Jemné (0,5 – 3,5 mm) a C – Jemné zrnité (3,5 – 13 mm) a podľa HEJMU (1981) od veľmi jemného odpadu (0,001 – 0,03 mm) až po hrubý odpad ($a > 1 \text{ mm}$). V topoľovej trieske sa namerali najmenšie prachové častice s rozmermi – dĺžka 30 μm a šírka 38 μm , ktoré patria do skupiny jemný prach.

Posuvná rýchlosť má jednoznačný vplyv na rozloženie jednotlivých frakcií granulometrického zloženia triesky. Pri posuvnej rýchlosti $2,5 \text{ m.min}^{-1}$ je najpočetnejšou frakciou zo všetkých frakcií 8 mm. Ostatné frakcie sú približne rovnomerne rozložené. Pri posuvnej rýchlosti 15 m.min^{-1} je najpočetnejšou frakciou je frakcia 2 mm a to pre všetky kombinácie technicko-technologických podmienok frézovania. Ďalšími početnými frakciami pri topole osikovom sú frakcie 5 mm a 4 mm, pri klone topole „Serotina“ frakcia 8 mm, ale len pre staršie drevo. Najmenej početnou frakciou pri všetkých technicko-technologických kombináciách je frakcia pod 1 mm. Zmenou posuvnej rýchlosti z $2,5 \text{ m.min}^{-1}$ na 15 m.min^{-1} došlo k výraznému poklesu najväčšej frakcie 8 mm (percentuálne rozdiel poklesu sa pohybuje od 40 – 81 % v závislosti od danej kombinácie). Pri najmenšej frakcii pod 1 mm pri klone topole „Serotina“ sa zvýšením posuvnej rýchlosti sa zvýšil i percentuálny podiel o 0,3–1,9 %. Pri topole osikovom sa nezaznamenala

jednoznačná závislosť percentuálneho podielu najmenej frakcie od posuvnej rýchlosti. Pri nižšej posuvnej rýchlosti je materiál dlhšie v zábere a tým vzniká dlhšia trieska, čiže vyššie množstvo väčšej frakcie. Naopak pri vyššej posuvnej rýchlosti je materiál kratšiu dobu v zábere, preto vznikajú kratšie triesky (vyššie množstvo menších frakcií).

Vplyv reznej rýchlosti na granulometrické zloženie nie je veľmi výrazný. Rozloženie jednotlivých frakcií je podobné pri všetkých rezných rýchlostiach. Nezaznamenali sa jasné nárasty ani poklesy jednotlivých frakcií vplyvom pôsobenia reznej rýchlosti. Zaznamenali sa len rozdiely v percentuálnom podiele jednotlivých frakcií. Pri nižšej reznej rýchlosti dotyk nástroja je dlhšie v zábere a tým vzniká dlhšia trieska, čiže vyššie množstvo väčšej frakcie a naopak. Výsledky teoretický vplyv nepotvrdili.

Nezaznamenali sa výrazný vplyv typu dreva na priebeh granulometrického zloženia triesky. Zaznamenali sa len percentuálne rozdiely medzi juvenilným a starším drevom v rámci každej frakcie. Frézovaním juvenilného dreva vzniká vyššie percento menších frakcií (5, 4, 2 a 1 mm) a nižšie percento väčších frakcií (8 a 6,3 mm). Je to spôsobené tým, že juvenilné drevo disponuje kratšími drevnými bunkami ako drevo staršie, a má nižšie hodnoty pevnostných vlastností, ktoré umožňujú ľahšie delenie elementov dreva.

Druh dreveniny nepreukázal zreteľný vplyv na priebeh granulometrického zloženia triesky. Zaznamenali sa obdobne iba percentuálne rozdiely v rámci každej frakcie. Pri frézovaní klonu topoľa vzniká vyššie percento najväčších triesok (v rámci juvenilného dreva do 10 % a v rámci staršieho dreva až do 30 %) a frakcie 1 mm ako pri frézovaní topoľa osikového a pri ostatných frakciách sa naopak zaznamenalo vyššie percento u topoľa osikového ako u klonu topoľa „Serotina“. Tým, že klon topoľa je plantážnický pestovaná drevenina a obsahuje viac juvenilného dreva, ako bežne prírodne pestované topole, sa u neho prejavil vznik vyššieho percenta najväčšej frakcie a frakcie 1 mm a nižšieho percenta ostatných frakcií ako pri topole osikovom.

4. ZÁVER

Hlavným cieľom práce bolo poukázať vplyv posuvnej rýchlosti, reznej rýchlosti, vplyv typu dreva (juvenilného a staršieho) a vplyv druhu dreveniny na vznik triesky pri rovinnom frézovaní a jej granulometrické zloženie. Na priebeh i percentuálne podiely granulometrického zloženia triesky má zreteľný vplyv posuvná rýchlosť. Rezná rýchlosť, typ dreva a druh dreveniny na priebeh granulometrického zloženia nemajú výrazný vplyv, ovplyvňujú len jednotlivé percentuálne podiely frakcií.

Vzniknuté rozdiely medzi trieskou juvenilného a staršieho dreva, a trieskou medzi topoľom osikovým a klonom topoľa „Serotina“ nemajú veľký vplyv na navrhovanie odsávaciu systému a hlavne na prispôsobenie konštrukcie a typu odlučovacieho zariadenia k určitému podielu a typu frakcií triesok. To znamená, že pri frézovaní juvenilného dreva alebo dreva z plantážnického pestovania nie je nutné použiť iný typ odlučovacieho zariadenia ako sa bežne používa pri odsávaní triesok z obrábania staršieho dreva. Je dôležité zabezpečiť 100 % odsatie celkového odpadu, najmä čo sa týka najjemnejšieho odpadu, ktorý môže zhoršovať hygienické podmienky pracovného prostredia, zvyšovať nebezpečenstvo požiaru alebo výbuchu prachu.

LITERATÚRA

BALATINECZ, J. JOHN – KRETSCHMANN E. DAVID. 2001. *Properties and Utilization of Poplar Wood*. In *Poplar Culture in North America*. Part A, Chapter 9. Edited by D.I. Dickmann, J.G. Isebrands, J.E. Eckenwalder and J. Richardson. NRC Research Press, National Research Council of Canada, Ottawa, Canada, pp. 277-291. [cit. 16-1-2006] [Twww.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2001/balat01a.pdf](http://www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf2001/balat01a.pdf).

BARCÍK, ŠTEFAN – PIVOLUSKOVÁ, EVA – KOTLÍNOVÁ, MÁRIA. *Influence of selected factors on granulometric composition of chips in plane milling of juvenile pine wood*. *Drwna industrija* 3/05. Volume 56, Number 3. Faculty of Forestry, Zagreb University. ISSN 0012-6772.

ČUNDERLÍK, IGOR. 2002. Juvenilné drevo. In: *Trieskové a beztrieskové obrábanie dreva'02*. Vydavateľstvo Technickej univerzity Zvolen, 2002, s. 77 – 83. ISBN 80-228-1385-6.

DZURENDA, LADISLAV. 2002. *Vzduchotechnická doprava a separácia dezintegrovanej drevnej hmoty*. Zvolen: Vydavateľstvo TU vo Zvolene, 2002, s. 14 – 23, 65, 78, ISBN 80-228-1212-9.

MAEGLIN R. ROBERT. 1987. Juvenile wood, tension wood, and growth stress effects on processing hardwoods. In: *Applying the latest research to hardwood problems: Proceedings of the 15th annual hardwood symposium of the Hardwood Research Council*. May 10 – 12, 1987, Memphis, pp.100-108. [cit. 20.1.2008] www.fpl.fs.fed.us/documnts/pdf1987/maegl87a.pdf

PETERS, J. J. – BENDER, D. A. – WOLCOTT, M. P. – JOHNSON, J. D. 2002. *Selected properties of hybrid poplar clear wood and composite panels*. *Forest products journal*, 52/5, 2002, pp. 45-54 (29 ref.). ISSN 0015-7473, CODEN FPJOAB. [cit. 23-11-2006] <http://cat.inist.fr/?aModele=afficheN&cpsidt=13673901>.

STN 26 0070: 1995 Klasifikácia a označovanie sypkých hmôt dopravovaných na dopravných zariadeniach

ZAJACZKOWSKI, KAZIMIERZ. 2000. *Plantacje drzew szybko rosnących w Polsce*. *Przemysł drzewny* 51/11, 2000, s. 24-28, ISSN 0373-9856.

ZOBEL, B.J. - SPRAGUE, J. R. 1998. *Juvenile Wood in Forest Trees*. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg, 1998. ISBN 3-540-04032-0.

Uvedená problematika bola riešená v rámci grantovej úlohy GD – 41(2041) / VÝSKUM RELEVANTNÝCH VLASTNOSTÍ JUVENILNÉHO DREVA PRI KONTAKTNÝCH JAVOCH V PROCESE OBRÁBANIA S PREDIKCIOU JEHO TECHNOLOGICKÉHO SMEROVANIA 1/2403/05.