

## HUSTOTA A SYPNÁ HMOTNOSŤ ENERGETICKEJ ŠTIEPKY Z DENDROMASY PLANTÁŽNICKY PESTOVANÝCH PORASTOV RÝCHLORASTÚCICH DREVÍN

### DENSITY AND BULK DENSITY OF GREEN WOOD CHIPS FROM DENDROMASS OF SHORT ROTATION COPPICE GROWN ON PLANTATIONS

Adrián Banski – Ladislav Dzurenda

#### ABSTRACT

This article presents the results of works which determine density of chips, juvenile wood and juvenile bark in a dry condition on the basis of dendromass of fast growing wood species grown on plantations – willow, poplar and acacia, aged 5–12 years.

By the means of the experimental works it has been found out that the juvenile wood density of *Salix viminalis* is  $\rho_{0D} = 486.6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , *Populus*  $\rho_{0D} = 415.6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  and *Robinia pseudoacacia*  $\rho_{0D} = 678.1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . The average values of juvenile bark density of analysed wood species are *Salix viminalis*  $\rho_{0K} = 625.1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , *Populus*  $\rho_{0K} = 575.7 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  and *Robinia pseudoacacia*  $\rho_{0K} = 762.9 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . The density of dry willow bark is by 22.1 %, poplar bark by 27.8 % and locust bark by 11.1 % higher than density of dry juvenile wood. Higher bark density than density of wood is reflected in the increase in biomass density chips.

The work also contains data reflecting bulk density of chips from analysed wood species made on a chopping machine JUNKKARI HL 10, at relative humidity of willows and poplars at harvest  $w_r = 52 \%$  and of acacia  $w_r = 37 \%$ . Bulk density of willow dendromass has a value  $\rho_{\text{prms-w}} = 356.1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , poplar  $\rho_{\text{prms-w}} = 301.2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  and acacia  $\rho_{\text{prms-w}} = 481.5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

The above data considering the weight of  $1 \text{ m}^3$  chips are an important indicator for designers who design warehouse space for storage of chips, as well as for carriers who transport chips from plantations to warehouses.

**Keywords:** density energetic chips, density of wood and bark, bulk density chips, plantation, fast-growing tree species, *Salix viminalis*, *Populus*, *Robinia pseudoacacia*.

#### ÚVOD

V ostatných 30-tych rokoch v záujme zvýšenia produkcie dendromasy pre energetické účely sú zakladané plantáže rýchlorastúcich drevín, ktorých minimálna produkcia sušiny dendromasy je  $10 \text{ t}\cdot\text{ha}^{-1}\cdot\text{rok}^{-1}$ . Podľa prác: VARGA – GODÓ (2002), TRENČIANSKY *et al.* (2007), ČÍŽKOVÁ *et al.* (2010), LIEBHART (2010), OTEPLA – HABÁN (2011) vhodnými drevinami pestovanými na plantážach za účelom produkcie dendromasy

pre energetické účely v Stredoeurópskom priestore sú dreviny: agát biely (*Robinia pseudoacacia* L.), klony topoľov (*Populus*), vŕba biela (*Salix alba* L.) a klony vŕby košíkárskej (*Salix viminalis*).

Podľa spôsobu zakladania plantáže a doby pestovania porastu na plantáži, sú plantáže rýchlorastúcich drevín rozdeľované na plantáže s cyklom zberu do 5 rokov (mini rotácia), s cyklom zberu 5 až 10 rokov (midi rotácia) a cyklom zberu 10–20 rokov (maxi rotácia), SIMANOV (1995). Cieľom produkcie dendromasy z plantáží s cyklom zberu 10–20 rokov je produkcia vlákničky pre celulózo-papierenský priemysel, či suroviny pre výrobu trieskových materiálov a konároviny na výrobu zelenej štiepky určenej pre sektor energetiky.

Štiepka vyrobená z dendromasy porastov plantážnicky pestovaných rýchlorastúcich drevín, podľa prác: DZURENDA *et al.* (2009), DZURENDA *et al.* (2010), HECL (2011), Dzurenda – Zoliak (2011), Dzurenda – Bartko – Ridzik (2012), Dzurenda – Banski – DZURENDA (2014) je dvojjložkové biopalivo pozostávajúce z juvenilného dreva a juvenilnej kôry.

V danom príspevku sú prezentované výsledky experimentálnych prác stanovujúce hustotu suchej dendromasy - energetickej štiepky a jednotlivých jej komponentov: juvenilného dreva a juvenilnej kôry z plantážnicky pestovaných porastov klonov: *RAPP*, *ORM*, *Inger*, *Sven*, *Tordis*, dreviny *Salix viminalis*, klonov: *Max 4*, *Max 5*, *Oxford*, *AF 2*, *Monviso*, dreviny *Populus*, klonov: *Ambigua*, *Debrecenyi 2*, *Gori*, *Nyirsegi*, *Rozaszin*, dreviny *Robinia pseudoacacia* a sytnú hmotnosť štiepky uvedených klonov s vlhkosťou v čase zberu z plantáže.

## MATERIÁL A METODIKA

Vzorky dendromasy klonov: *RAPP* a *ORM* dreviny *Salix viminalis* boli odobraté z 5 ročného plantážnicky pestovaného porastu vo Výskumnom ústave trávnych porastov a horského poľnohospodárstva – výskumná stanica Krivá na Orave a vzorky dendromasy klonov: *Inger*, *Tordis* a *Sven* tej istej dreviny boli odobraté z 5 ročného porastu plantážnicky pestovanom Inštitútom Krista Veľkňaza pri obci Ľubica na východnom Slovensku. Vzorky dendromasy dreviny *Populus* klonov: *Max 4*, *Max 5*, *Oxford* boli odobraté z porastu vo Výskumnom ústave lesného hospodárství a myslivosti v.v.i. - Výskumná stanica Kunovice a klonov: *AF 2* a *Monviso* z porastu firmy: Alesia Franco, na Slovensko – rakúskom pomedzí pri obci Marchegg. Vzorky dendromasy klonov: *Ambigua*, *Debrecenyi 2*, *Matyasi*, *Nyirsegi*, *Rozaszin*, dreviny *Robinia pseudoacacia* boli odobraté z 12 ročného plantážnicky pestovaného porastu NLC Zvolen – Výskumná stanica Fil'akovské Kľačany. Vzorky dendromasy jednotlivých analyzovaných klonov boli odobraté v jesennom a zimnom období – v čase vegetačného pokoja. Štiepka z prútia a stromčekov – dendromasy plantážnicky pestovaných rýchlorastúcich drevín bola vyrobená na mobilnej sekačke finskej výroby typ: JUNKARI HJ 10.

Hustota štiepky, juvenilného dreva a juvenilnej kôry v suchom stave, bola stanovená podľa: STN 49 0108 Drevo – Zisťovanie hustoty. Hustota štiepky a jednotlivých jej komponentov bola vypočítaná, z nameranej hmotnosti vzorky a jej objemu, podľa rovnice:

$$\rho_0 = \frac{m_0}{V_0} \quad [\text{kg}\cdot\text{m}^{-3}] \quad (1)$$

kde:  $m_0$  – hmotnosť suchej vzorky [kg]  
 $V_0$  – objem suchej vzorky [m<sup>3</sup>]



**Obr. 1 Lokality plantáží vrb, topoľov a agátu, z ktorých boli odobrané vzorky energetickej štiepky.**  
**Fig. 1 The locations of willows, poplars and black locust plantations from which the samples of energetic chip were obtained.**

Sypná hmotnosť štiepky analyzovaných klonov drevín: *Salix viminális*, *Populus* a *Robinia pseudoacacia* s vlhkosťou v čase zberu bola laboratórne stanovená na Katedre obrábania dreva TU vo Zvolene v zmysle STN EN 15103:2010. Sypnú hmotnosť po zhutnení objemu vzorky nachádzajúcej sa v odmernej nádobe niekoľkonásobným strasením popisuje rovnica:

$$\rho_{prms-w} = \frac{m_2 - m_1}{V} \quad [kg \cdot m^{-3}] \quad (2)$$

kde:  $m_2$  – hmotnosť meracej nádoby naplnenej utrasenou štiepkou [kg]  
 $m_1$  – hmotnosť prázdnej meracej nádoby [kg]  
 $V$  – objem meracej nádoby [ $m^3$ ]

Podiel kôry v energetickej štiepke jednotlivých klonov analyzovaných drevín bol laboratórne stanovený, podľa STN 48 0058:2004 Sortimenty dreva – Listnaté štiepky a piliny. Zastúpenie kôry v energetickej štiepke bolo vypočítané prostredníctvom vzťahu:

$$X_K = \frac{m_K}{m_S} \cdot 100 \quad [\%] \quad (3)$$

kde:  $m_K$  – hmotnosť kôry vo vzorke štiepky [g],  
 $m_S$  – hmotnosť vzorky štiepky [g].

Relatívna vlhkosť štiepky, juvenilného dreva a juvenilnej kôry v čase zberu bola stanovená podľa STN EN 14774 – 2 Tuhé biopalivá - Stanovenie obsahu vlhkosti. Hodnoty relatívnej vlhkosti jednotlivých vzoriek boli vypočítané podľa rovnice:

$$W^r = \frac{m_w - m_0}{m_w} \cdot 100 \quad [\%] \quad (4)$$

kde:  $m_w$  – hmotnosť vzorky pred sušením [g],  
 $m_0$  – hmotnosť vzorky po vysušení na konštantnú hmotnosť [g].

## VÝSLEDKY

Výsledky laboratórnych prác stanovujúcich hustotu štiepky  $\rho_{0S}$ , hustotu juvenilného dreva  $\rho_{0D}$  a hustotu juvenilnej kôry  $\rho_{0K}$  v suchom stave jednotlivých klonov drevín: *Salix viminalis*, *Populus* a *Robinia Pseudoacacia* sú v tabuľkách 1–3.

**Tab. 1 Základné štatistické charakteristiky hustoty štiepky (dreva s kôrou) analyzovaných klonov drevín: *Salix viminalis*, *Populus*, *Robinia pseudoacacia* v suchom stave.**

**Tab. 1 Basic statistical characteristics density of chips (wood with bark) of analysed clones plants: *Salix viminalis*, *Populus*, *Robinia pseudoacacia* in a dry condition.**

Klon analyzovaných drevín		Základné štatistické charakteristiky hustoty štiepky v suchom stave			
		$\rho_0$ [kg·m <sup>-3</sup> ]	s [kg·m <sup>-3</sup> ]	$v_x$ [%]	n [-]
<i>Salix viminalis</i>	<i>RAPP</i>	509,8	24,6	4,8	15
	<i>ORM</i>	525,6	18,5	3,5	15
	<i>Inger</i>	523,7	12,1	2,3	18
	<i>Sven</i>	520,3	10,1	1,9	16
	<i>Tordis</i>	502,5	9,8	1,9	17
	<i>analyzované klony</i>	516,4	14,7	2,8	81
<i>Populus</i>	<i>Max 4</i>	438,1	17,8	4,1	16
	<i>Max 5</i>	456,7	24,8	5,4	15
	<i>Oxford</i>	458,3	21,3	4,6	16
	<i>AF 2</i>	421,4	27,1	6,4	16
	<i>Monviso</i>	441,5	19,8	4,3	15
	<i>analyzované klony</i>	443,2	22,1	4,9	78
<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Ambigua</i>	712,6	29,8	4,2	17
	<i>Debrecenyi 2</i>	676,2	27,9	4,1	17
	<i>Gori</i>	719,9	31,7	4,4	15
	<i>Nyirsegi</i>	732,8	25,3	3,4	16
	<i>Rozaszin</i>	709,8	36,6	5,2	15
	<i>analyzované klony</i>	710,3	30,1	4,2	80

**Tab. 2 Základné štatistické charakteristiky hustoty juvenilného dreva analyzovaných klonov drevín: *Salix viminalis*, *Populus*, *Robinia pseudoacacia* v suchom stave.**

**Tab. 2 Basic statistical characteristics of density of juvenile wood of analysed clones plants: *Salix viminalis*, *Populus*, *Robinia pseudoacacia* in a dry condition.**

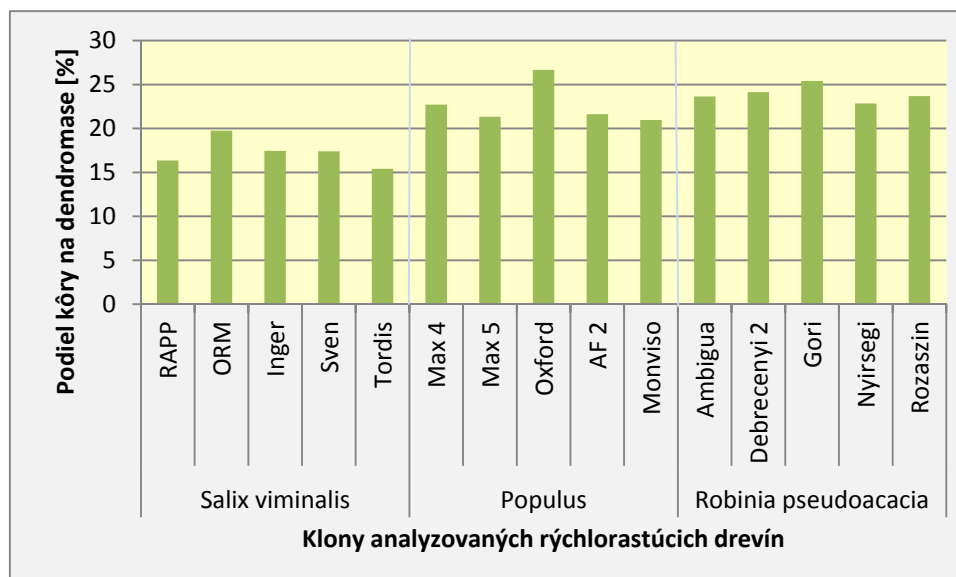
Klon analyzovaných drevín		Základné štatistické charakteristiky hustoty juvenilného dreva v suchom stave			
		$\rho_0$ [kg·m <sup>-3</sup> ]	s [kg·m <sup>-3</sup> ]	$v_x$ [%]	n [-]
<i>Salix viminalis</i>	<i>RAPP</i>	479,8	13,9	2,9	16
	<i>ORM</i>	502,1	15,5	3,1	15
	<i>Inger</i>	486,4	8,8	1,8	17
	<i>Sven</i>	484,7	9,6	1,9	16
	<i>Tordis</i>	479,9	9,3	1,9	17
	<i>analyzované klony</i>	486,6	11,3	2,3	81
<i>Populus</i>	<i>Max 4</i>	408,5	16,3	3,9	16
	<i>Max 5</i>	400,3	11,9	2,9	15
	<i>Oxford</i>	425,6	10,4	2,4	18
	<i>AF 2</i>	436,8	13,1	3,0	16
	<i>Monviso</i>	406,9	11,1	2,7	15
	<i>analyzované klony</i>	415,6	12,5	2,9	80
<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Ambigua</i>	678,9	29,8	4,4	17
	<i>Debrecenyi 2</i>	666,9	21,3	3,2	18
	<i>Gori</i>	656,9	24,6	3,7	15
	<i>Nyirsegi</i>	698,7	22,8	3,3	17
	<i>Rozaszin</i>	688,9	26,7	3,9	15
	<i>analyzované klony</i>	678,1	24,9	3,7	82

**Tab. 3 Základné štatistické charakteristiky hustoty juvenilnej kôry analyzovaných klonov drevín: *Salix viminalis*, *Populus*, *Robinia pseudoacacia* v suchom stave.**

**Tab. 3 Basic statistical characteristics of density of juvenile bark of analysed clones plants: *Salix viminalis*, *Populus*, *Robinia pseudoacacia* in a dry condition.**

Klon analyzovaných drevín		Základné štatistické charakteristiky hustoty juvenilnej kôry v suchom stave			
		$\rho_0$ [kg·m <sup>-3</sup> ]	s [kg·m <sup>-3</sup> ]	$v_x$ [%]	n [-]
<i>Salix viminalis</i>	<i>RAPP</i>	613,4	57,8	9,4	15
	<i>ORM</i>	593,1	66,3	11,1	15
	<i>Inger</i>	638,3	29,1	4,5	18
	<i>Sven</i>	641,3	42,3	6,7	16
	<i>Tordis</i>	639,2	46,8	7,3	17
	<i>analyzované klony</i>	<i>625,1</i>	<i>47,6</i>	<i>7,6</i>	<i>81</i>
<i>Populus</i>	<i>Max 4</i>	578,2	49,6	8,5	16
	<i>Max 5</i>	583,4	61,3	10,5	15
	<i>Oxford</i>	590,2	57,9	9,8	16
	<i>AF 2</i>	541,3	23,8	4,4	16
	<i>Monviso</i>	585,4	22,5	3,8	15
	<i>analyzované klony</i>	<i>575,7</i>	<i>43,1</i>	<i>7,5</i>	<i>78</i>
<i>Robinia pseudoacacia</i>	<i>Ambigua</i>	815,8	68,3	8,4	17
	<i>Debrecenyi 2</i>	756,8	57,2	7,6	17
	<i>Gori</i>	691,5	73,5	10,6	15
	<i>Nyirsegi</i>	782,3	77,3	9,9	16
	<i>Rozaszin</i>	768,3	62,7	8,2	15
	<i>analyzované klony</i>	<i>762,9</i>	<i>67,6</i>	<i>8,9</i>	<i>80</i>

Výsledky laboratórnych prác stanovujúcich podiel kôry v štiepke z dendromasy porastov analyzovaných klonov plantážnicky pestovaných drevín: *Salix viminalis*, *Populus* a *Robinia pseudoacacia* zobrazuje obr. 2.



**Obr. 2 Podiel kôry v štiepke z plantažnicky pestovaných porastov analyzovaných klonov rýchlorastúcich drevín.**

**Fig. 2 Share of the bark on wood biomass from plantation grown crops of analysed clones of fast-growing species.**

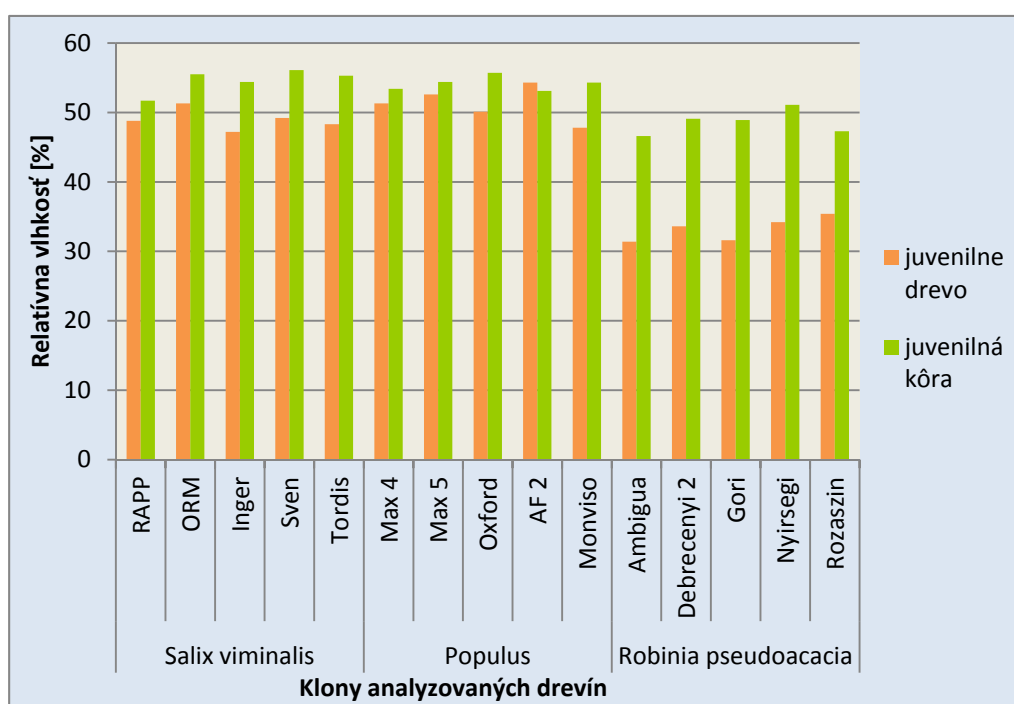
Porovnanie priemerného zastúpenia kôry na dreve porastov plantážnický pestovaných drevín *Salix viminalis*, *Populus* a *Robinia pseudoacacia* uvádza tab. 4.

**Tab. 4 Priemerné hodnoty podielu kôry na dreve plantážnický pestovaných rýchlorastúcich drevín.**  
**Tab. 4 The average values of the share of bark on a wood from plantation fast growing species.**

Drevina	Počet analýz	Podiel kôry [%]
<i>Salix viminalis</i>	15	16,87 ± 2,29
<i>Populus</i>	15	22,69 ± 2,69
<i>Robinia pseudoacacia</i>	15	23,94 ± 1,94

Hodnoty podielu kôry sú uvádzané formou strednej hodnoty a smerodajnej odchýlky.

Relatívna vlhkosť juvenilného dreva a juvenilnej kôry analyzovaných klonov vrb, topoľov a agátov v čase zberu – období vegetačného pokoja, je prezentovaná na obr. 3.



**Obr. 3 Relatívna vlhkosť juvenilného dreva a juvenilnej kôry počas vegetačného pokoja.**  
**Fig. 3 Relative humidity of juvenile wood and bark during dormancy.**

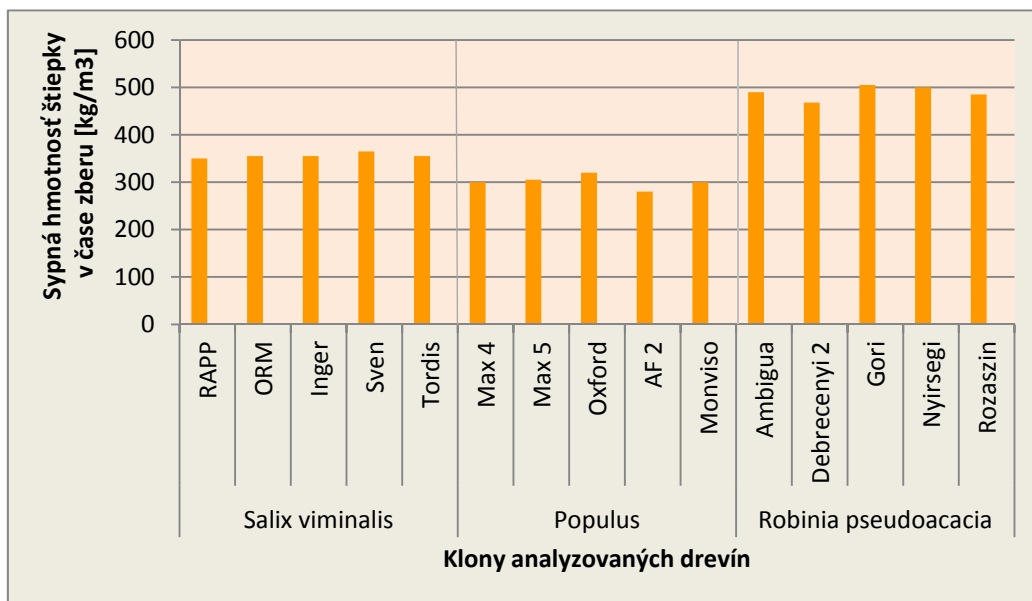
Priemerné hodnoty relatívnej vlhkosti juvenilného dreva a juvenilnej kôry z dendromasy plantážnický pestovaných porastov rýchlorastúcich drevín *Salix viminalis*, *Populus* a *Robinia pseudoacacia* uvádza tabuľka 5.

**Tab. 5 Relatívna vlhkosť juvenilného dreva a juvenilnej kôry počas vegetačného kl'udu.**  
**Tab. 5 Relative humidity of juvenile wood and bark during dormancy.**

Drevina	Počet analýz	Relatívna vlhkosť [%]	
		juvenilne drevo	juvenilna kôra
<i>Salix viminalis</i>	15	48,9 ± 1,5	54,6 ± 2,4
<i>Populus</i>	15	51,2 ± 2,4	54,2 ± 1,1
<i>Robinia pseudoacacia</i>	15	33,2 ± 1,7	48,6 ± 1,8

Hodnoty relatívnej vlhkosti sú uvádzané formou strednej hodnoty a smerodajnej odchýlky.

Výsledky prác stanovujúcich sypanú hmotnosť štiepky, analyzovaných klonov drevín *Salix viminalis*, *Populus* a *Robinia pseudoacacia* s vlhkosťou v čase zberu z plantáže, sú prezentované formou diagramu na obr. 4.



Obr. 4 Sypaná hmotnosť štiepky analyzovaných klonov drevín *Salix viminalis*, *Populus* a *Robinia pseudoacacia* pri vlhkosťi v čase zberu.

Fig. 4 Bulk density of chips of analysed clones of *Salix viminalis* plants, *Populus* and *Robinia pseudoacacia* the moisture at the time of harvest.

## DISKUSIA

Hustota juvenilného dreva v suchom stave z dendromasy porastov plantážnicky pestovanej dreviny *Salix viminalis*  $\rho_{0D} = 486,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  v porovnaní s hustotou suchého vrbového dreva dreviny *Salix alba* zo stromov v zrelom veku uvádzaná v odbornej literatúre: REGINÁČ (1990), DZURENDA – DELIŠKI (2010), MAKOVINY (2010) je o 6,8 % nižšia. Nižšiu hustotu má i suché juvenilne drevo analyzovaných klonov dreviny *Robinia pseudoacacia*  $\rho_{0D} = 678,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  v porovnaní s hustotou suchého agátového dreva stromov v produkčnom veku uvádzanou v práci: POŽGAJ *a kol.* (1997) o 1,8 % a v prácach autorov: PELERYGIN (1965), REGINÁČ (1990) o 7,6 %. Naopak, priemerná hustota juvenilného dreva v suchom stave analyzovaných klonov dreviny *Populus*  $\rho_{0D} = 415,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  je zrovnateľná s hustotou topoľového dreva plantážnicky pestovaného klonu *Populus deltoides* prezentovanou autormi KLASNJA *et al.* (2002) a o 15 % vyššia než hustota suchého topoľového dreva dreviny *Populus serotina* uvádzanou v práci POŽGAJ *a kol.* (1997).

Z porovnania hustôt suchej juvenilnej kôry s hustotami suchého juvenilného dreva analyzovaných klonov drevín plynie, že hustoty kôry sú vyššie než dreva. Priemerná hustota suchej vrbovej kôry z plantážnicky pestovaných porastov  $\rho_{0K} = 625,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  je v porovnaní so suchým juvenilným drevom o 22,1 % vyššia. Obdobné zistenie o hustote vrbovej kôry z dendromasy plantážnicky pestovaných porastov uvádzajú i autori: BHAT *et al.* (1981). Suchá topoľová kôra analyzovaných klonov s hustotou  $\rho_{0K} = 575,7 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  v porovnaní so suchým drevom  $\rho_{0D} = 415,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  má vyššiu hustotu o 27,8 %. Vyššiu hustotu kôry než dreva o 11,1% uvádzajú aj analýzy vykonané na klonoch dreviny *Robinia*

*pseudoacacia*. Uvedené konštatovania o vyššej hustote kôry než dreva sú v súlade s poznatkami o morfolologickej stavbe kôry, ako aj chemickom zložení kôry uvádzanými v odbornej literatúre MATOVIČ (1977), POŽGAJ *a kol.* (1997), PELERYGIN (1965), BLAŽEJ *a kol.* (1975). Z morfologického hľadiska na vzrast hustoty kôry má vplyv zastúpenie hrubostenných pletív typu sklereidov a lykových vlákien v primárnej vrstve kôry a lyku POŽGAJ *a kol.* (1997). Z chemického hľadiska na hustotu kôry vplýva, tak zvýšený podiel lignínu a suberínu v kôre PERELYGIN (1965), ako aj 7 až 11 násobne vyšší obsah anorganických látok - popolovín v juvenilnej kôre než v dreve DZURENDA *a kol.* (2010), DZURENDA – ZOLIAK (2012).

Podiel kôry nachádzajúcej sa na dreve štiepky nevlplyva len na hmotnosť štiepky v suchom či mokrom stave, ale i na sypnú hmotnosť, či energetické vlastnosti akými sú: spalné teplo, výhrevnosť, popolnatosť. Podiel kôry na dreve plantážnicky pestovaných rýchlorastúcich drevín nie je rovnaký a preto boli vykonané analýzy stanovujúce podiel kôry v štiepke. Prezentované hodnoty podielu kôry v štiepke vyrobenej z dendromasy plantážnicky pestovaných porastov vrb  $X_K = 16,87 \pm 2,29 \%$  sú zrovnateľné s hodnotami podielov kôry iných klonov dreviny *Salix viminalis* uvádzané v prácach: LAZDINIJA *et al.* (2006), HECL (2011). Podiel kôry na topoľovej a agátovej štiepke je o 6 až 7 % vyšší. Zastúpenie kôry na topoľovej štiepke z plantážnicky pestovaných porastov v rozpätí  $X_K = 18,8\text{--}27,2 \%$  uvádzajú i autori: VARGA - GODO (2002), DZURENDA – ZOLIAK (2012), PICCHIO *et al.* (2012).

Hodnoty podielu kôry na dendromase stromov pestovaných na plantážach s cyklom zberu 5 až 12 rokov sú 1,5 až 2,5 krát vyššie, než podiel kôry na kmeňoch listnatých stromov v zrelom veku. Toto tvrdenie je v súlade s poznatkami o závislosti podielu kôry na priemere stromov POŽGAJ *a kol.* (1997), rovnako ako so znalosťou o podiele kôry v dendromase v závislosti na vek stromov, ako je uvedené v prácach GOLOVKOV *et al.* (1987), VARGA - BARTKO (2010).

Sypná hmotnosť štiepky vyrobenej z dendromasy porastov plantážnicky pestovaných analyzovaných klonov rýchlorastúcich drevín na sekačke JUNKKARI HJ 10 s vlhkosťou v čase vegetačného pokoja bola laboratórne stanovená pre vrb  $\rho_{prms-w} = 356,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , topole  $\rho_{prms-w} = 301,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  a agát  $\rho_{prms-w} = 481,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Uvedené hodnoty nezohľadňujú len rozdielne hustoty dreva jednotlivých drevín, ale aj podiel kôry na dreve štiepky a rozdielnosť hmotnosti dreva a kôry v závislosti na vlhkosti.

Z laboratórnych meraní relatívnej vlhkosti je pozoruhodná pomerne nízka vlhkosť agátového dreva  $W^t = 33,2 \%$  v čase vegetačného pokoja a 15 % rozdiel relatívnej vlhkosti medzi juvenilným drevom a juvenilnou kôrou. Uvedená skutočnosť bola u energetickej štiepky dreviny *Robinia pseudoacacia* potvrdená na našom pracovisku viacerými meraniami vlhkosti komponentov biopaliva z lokalít Krupinskej planiny, juhovýchodného Slovenska, ako aj rekultivovaných plôch Severočeského hnedouhoľného revíru.

Údaje o hmotnosti 1 priestorového  $\text{m}^3$  štiepky sú dôležitým údajom, ako pre projektantov pri návrhoch skladových plôch pre uskladnenie štiepky, tak aj pre prepravcov štiepky z plantáže na sklad OSWALD (1992), JANDAČKA *a kol.* (2007), MALAŤÁK – VACULÍK (2008), DZURENDA (2014).

## ZÁVER

Na základe experimentálnych prác stanovujúcich hustotu juvenilného dreva, hustotu juvenilnej kôry a dendromasy z plantážnicky pestovaných porastov rýchlorastúcich drevín možno konštatovať, že hustota v suchom stave juvenilného dreva dreviny *Salix viminalis* je  $\rho_{0D} = 486,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , dreviny *Populus*  $\rho_{0D} = 415,6 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  a dreviny *Robinia pseudoacacia*



$\rho_{0D} = 678,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Priemerná hodnoty hustoty juvenilnej kôry v suchom stave analyzovaných klonov dreveny *Salix viminalis* je  $\rho_{0K} = 625,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , dreveny *Populus*  $\rho_{0K} = 575,7 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  a dreveny *Robinia pseudoacacia*  $\rho_{0K} = 762,9 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ . Hustota suchej vrbovej kôry v porovnaní so suchým drevom je vyššia o 22,1 %, topoľovej kôry o 27,8 % agátovej kôry o 11,1 %.

Sypná hmotnosť štiepky vyrobenej na sekačke JUNKKARI HJ 10 z dendromasy porastov plantážnicky pestovaných rýchlorastúcich drevín pri relatívnej vlhkosti vrúb a topoľov  $W^r \approx 52 \%$  bola pre vruby stanovená na  $\rho_{\text{prms-w}} = 356,1 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , topole  $\rho_{\text{prms-w}} = 301,2 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$  a agáta pri relatívnej vlhkosti  $W^r \approx 37 \%$  na  $\rho_{\text{prms-w}} = 481,5 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ .

## LITERATÚRA

- BLAŽEJ, A., ŠUTÝ, L., KOŠÍK, M., KRKOŠKA, P., GOLIS, E., 1975. Chémia dreva. Bratislava : ALFA, Bratislava. 221 s.
- ČÍŽKOVÁ, L., ČÍŽEK, V., BAJAJOVÁ, H., 2010. Growth of hybrid poplars in silviculture at the age of 6 years. Journal of Forest Science, 56(10): 451–460.
- BHAT, K. M., FERM A., KÄRKKÄINEN, M., 1981. On the properties of one-year shoots of *Betula pubescens* Ehrh and *Salix* spp. Silva Fennica. 15(1):18–22.
- DZURENDA, L., ZOLIAK, M., MALIŠ, M., 2009. Svojstva energetickej ščepi drevesiny *Salix viminalis* - klon ORM vyraščeného na plantažach. In: Annals of Warsaw Agricultural University – SGGW, Forest and Wood Technology No 68/2009, s: 219–220.
- DZURENDA, L., GEFFERTOVÁ, J., HECL, V., 2010. Energy characteristics of the wood-chip produced from *Salix viminalis* - clone ULV. Drvna industrija, 2010, 61(1): 27–31.
- DZURENDA, L., DELIISKI, N., 2010. Tepelné procesy v technológiách spracovania dreva. Zvolen : TU vo Zvolene, 273 s.
- DZURENDA, L., ZOLIAK, M., 2011. Chemické zloženie horľaviny energetickej štiepky z dendromasy plantážnicky pestovanej dreveny *Populus* klon Max 5. Acta Facultatis Xylogologiae Zvolen, 53(1): 87–92.
- DZURENDA, L., ZOLIAK, M., 2012. Energetické vlastnosti biomasy - energetickej štiepky niektorých klonov plantážnicky pestovanej dreveny *Populus*. In: Využitie biomasy z obnoviteľných zdrojov na energetické účely. Nitra : Slovenská poľnohospodárska univerzita v Nitre, 2012. s. 137 – 147.
- DZURENDA, L., BARTKO, M., RIDZIK, L. 2012. Energetické vlastnosti zelenej štiepky vyrobenej z konároviny plantážnicky pestovanej dreveny *Populus* x Euroamerikana klon Koltay. Acta Facultatis xylogologiae Zvolen, 54(2): 115–122.
- DZURENDA, L., BANSKI, A., DZURENDA, M., 2014. Energetic properties of green wood chips from *Salix viminalis* grown on plantations. Scientia agriculturae bohemica, 45(1): 44–49.
- HECL, V., 2011. Modelovanie produkcie oxidov dusíka z procesov spaľovania štiepky z energetických plantáží. [Dizertačná práca TU Zvolen]. 90 s.
- DZURENDA, M. 2014. Modelovanie technicko – ekonomických parametrov v procese výroby energetickej štiepky z dendromasy rýchlorastúcich drevín. [Dizertačná práca TU Zvolen]. 91 s.
- GOLOVKOV, S. I., KOPERIN, I. F., NAJDENOV, V. I., 1987. Energetickoe ispolzovanie drevesnych otchodov. Moskva : Lesnaja promyšlennost', s. 221.
- JANDAČKA, J., MALCHO, M., MIKULÍK, M., 2007. Biomasa ako zdroj energie. Žilina : GEORG, 241 s.
- KLASNJA, B., KOPITOVIC, S., ORLOVIC, S. 2002. Wood and bark of some poplar and willow clones as fuelwood. Biomass and Bioenergy 23: 427–432.
- LAZDINIJA, D. et al. 2006. Sootvetstvie nekotorych porod ivovy (*Salix*) i ich selekcionnyh klonic gla poluchenija energetickej drevesiny. In: Annals of Warsaw Agricultural University – SGGW, Forest and Wood Technology No 59/2006, s. 39–43.
- LIBHARD, P. 2010: Energieholz im Kurzumtrieb Rohstoff der Zukunft. Grac-Stuttgart : Leopold Stocker Verlag, 123 s.

- MAKOVÍNÝ, I., 2010: Úžitkové vlastnosti a použitie rôznych druhov dreva. Zvolen : TU vo Zvolene, 104 s.
- MALAŤÁK, J. – VACULÍK, P., 2008. Biomasa pro výrobu energie. Praha : CZU v Praze, 206 s.
- MATOVIČ, A., 1977. Náuka o dřevě. Brno : Vysoká škola zemědělská, 155 s.
- OTEPKA, P., HABÁN, M., 2011. Vřba košíkárska *Salix viminalis* L. pestovaná ako obnoviteľný zdroj energie v teplej agro-klimatickej makrooblasti Slovenskej republiky. Nitra: SPU, 83 s.
- OSWALD, J. *et al.* 1992. Manipulácia, doprava a dopravná technika. Bratislava : Príroda. 228 s.
- PICCHIO R, SPINA R, SIRNA A, LO MONACO A, CIVITARESE V, DEL GIUDICE A, SUARDI A, PARI L, 2012: Characterization of woodchips for energy from forestry and agroforestry production. *Energies* 5(10): 3803–3816.
- PERELYGIN, L. M. 1965: Nauka o dreve. Bratislava : SVTL, 448 s.
- POŽGAJ, A. *a kol.* 1997. Štruktúra a vlastnosti dreva. Bratislava : Príroda, 407 s.
- REGINAČ, L. *a kol.*, 1990. Nauka o dreve II. Zvolen : VŠLD. 424 s.
- SIMANOV, V., 1995. Energetické využívání dříví. Olomouc : Terapolis, 98 s.
- TRENČIANSKY, M., LIESKOVSKÝ, M., ORAVEC, J., 2007. Energetické zhodnotenie biomasy. Zvolen: Národné lesnícke centrum. 147 s.
- VARGA, L., BARTKO, M. 2010. Selekcia topoľov pre energetické porasty. In: Integrovaná logistika pri produkcii a využití biomasy. Zvolen : TU vo Zvolene. s. 209–213.
- VARGA, L., GODÓ, T., 2002. Rýchlorastúce dreviny a možnosti zvýšenia produkcie biomasy na energiu. In Využívanie lesnej biomasy na energetické účely v podmienkach SR, Zvolen : LVU, s. 28–37.
- STN EN 15103:2010 Tuhé biopaliva – Stanovenie sypnej hmotnosti. 12 s.
- STN EN 14774-2:2010 Tuhé biopalivá - Stanovenie obsahu vlhkosti. 8 s.
- STN 49 0108: Drevo – Zisťovanie hustoty, 8 s.
- STN 48 0058:2004 Sortimenty dreva – Listnaté štiepky a piliny. 13 s.

## Pod'akovanie

Táto práca bola vypracovaná v rámci riešenia grantového projektu: KEGA–SR č. 006TU Z-4/2014, ako výsledok práce autorov a výraznej pomoci agentúry KEGA–SR.

## Adresa autorov

Adrián Banski,  
Technická univerzita vo Zvolene  
Drevárska fakulta  
Katedra obrábania dreva  
T. G. Masaryka 24  
960 53 Zvolen  
banski@tuzvo.sk

Ladislav Dzurenda,  
Technická univerzita vo Zvolene  
Drevárska fakulta  
Katedra obrábania dreva  
T. G. Masaryka 24  
960 53 Zvolen  
dzurenda@tuzvo.sk