



## FAREBNÉ SÚRADNICE PARENÉHO BUKOVÉHO DREVA S BLEDÝM HNEDO-RUŽOVÝM ODTIEŇOM VO FAREBNOM PRIESTORE CIE-L\*a\*b\*

Ladislav Dzurenda

### Abstract

*By a process of thermal treatment using water steam, the colour of beech wood changes from light white-yellow with a yellow tint through brown-pink to dark red-brown shade depending on the conditions of the technological process.*

*The goal of this paper is the determination of beech wood colour in CIE-L\*a\*b\* colour space after thermal treatment – steaming using saturated water steam with temperature of  $t = 110 - 115$  °C for the duration of  $\tau = 5,5$  h.*

*The colour of surface of seasoned, thermally treated and milled beech wood blanks in CIE-L\*a\*b\* colour space is expressed by coordinates:  $L^* = 68,4 \pm 2,8$ ;  $a^* = 10,1 \pm 1,5$ ;  $b^* = 20,6 \pm 1,3$ .*

**Keywords:** *colour, CIE-L\*a\*b\* colour space, beech wood, thermal treatment, saturated water steam*

### ÚVOD

Farba dreva je základnou optickou vlastnosťou dreva a typickým znakom pre beľové, či jadrové drevo jednotlivých drevín. Farebná škála natívneho dreva hospodársky významných drevín používaných ako konštrukčný materiál v stolárstve a nábytkárskom priemysle vyplňa značne široký farebný diapazón: od svetlých bielo-šedo-žltých farebných odtieňov dreva drevín: smrek obyčajný, jedľa biela, lipa malolistá, hrab obyčajný, cez červeno-hnedé odtiene jadrového dreva drevín: borovica lesná, až po tmavé hnedo-šedé farebné odtiene jadrového dreva drevín: dub letný, jaseň štíhly, orech kráľovský *Drapela (1980), Makovíny (2010)*.

Jedným zo spôsobov, ktorým je možné danú optickú vlastnosť dreva objektívne kvantifikovať, je jej vyjadrenie prostredníctvom súradníc vo farebnom priestore CIE-L\*a\*b\*. Farebný koordinačný systém (podľa CIE – Commission Internationale de l'Eclairage) v zmysle ISO 7724 je založený na meraní troch parametrov: svetlosti  $L^*$  od 100 pre bielu po 0 pre čiernu farbu, chromatickej súradnice  $a^*$  pre stanovenie odtieňa medzi červenou a zelenou farbou a chromatickej súradnice  $b^*$  stanovujúca odtieň medzi žltou a modrou farbou.

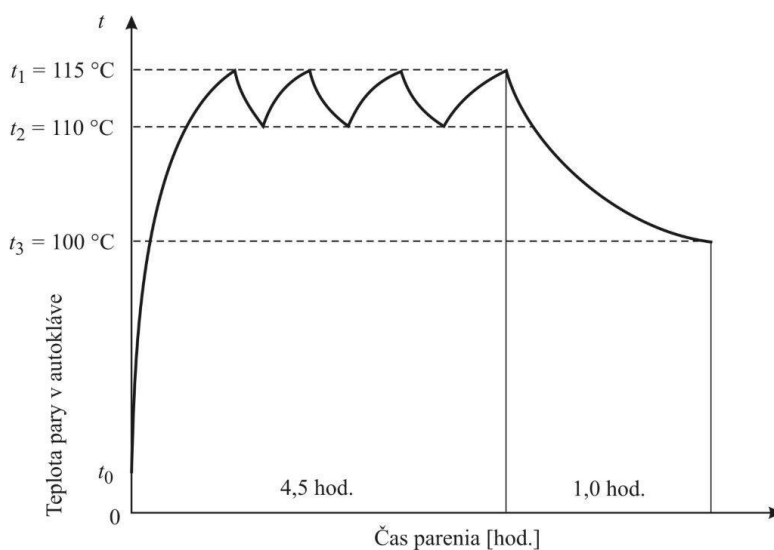
Svetlá, bielo-šedá farba so žltým nádychom dreva dreviny *Fagus silvatica*, vo farebnom priestore CIE-L\*a\*b\*, je podľa práce: *Babiak – Kubovský – Mamoňová (2004)* popísané súradnicami farebného priestoru:  $L^* = 75,96$ ;  $a^* = 6,62$ ;  $b^* = 17,63$ .

Procesmi termickej úpravy – parením, resp. hydrotermickej úpravy dreva – sušením sa farba bukoveho dreva zo svetlej bielo-šedej farby so žltým nádychom mení cez hnedo-ružový odtieň až po tmavo červeno-hnedý odtieň v závislosti na podmienkach realizácie technologického procesu *Deliiski (1991, 2003, 2011)*, *Halaj (1999)*, *Molnár – Tolvaj (2002)*, *Dzurenda – Deliiski (2003, 2012)*, *Babiak – Hrčka – Holpit (2004)*, *Klement – Balkovský. – Smilek (2011)*, *Deliiski – Brezin – Sokolovski – Manolova (2009)*, *Beljanova – Safin – Bodylevskaja (2013)*, *Dzurenda (2013)*.

Cieľom danej práce je stanovenie farby bukoveho dreva vo farebnom priestore  $CIE-L^*a^*b^*$  po termickej úprave – parením sýtou vodnou parou o teplote  $t = 110 - 115\text{ }^{\circ}\text{C}$  po dobu  $\tau = 5,5$  hod.

## MATERIÁL A METODIKA

Bukové beľové drevo vo forme prírezov s rozmermi  $27 \times 75 \times 320$  mm a vlhkosti  $W_p = 70,5 \pm 3,2\%$  boli termicky upravované sýtou vodnou parou o teplote  $t = 110 - 115\text{ }^{\circ}\text{C}$  v tlakovom autokláve typ: APDZ 240 firmy LIGNOTHERM Ltd. po dobu  $\tau = 5,5$  hod. Režim tlakového parenia bukoveho prírezov je na obr. 1.



Obr. 1 Režim termickej úpravy bukoveho dreva sýtou vodnou parou

Následne boli bukove prírezy vysušené na vlhkosť  $W_p = 12 \pm 0,5\%$  v konvenčnej teplovzdušnej sušiarňi typ: KAD 1x6 firmy KATRES s.r.o. Ložné plochy vysušených prírezov boli frézovaním opracované na horizontálnej rovinnej frézke FS 200.

Farba dreva bukoveho prírezov vo farebnom priestore  $CIE-L^*a^*b^*$  sa hodnotila prostredníctvom kolorimetra Color Reoder CR-10 (Konica Minolta, Japan). Použitý bol D65 zdroj svetla a priemer zbernej snímanej plochy na telese bol 8 mm, obr. 2.

Na 54 prírezoch sa merali súradnice  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$  farebného priestoru  $CIE-L^*a^*b^*$ . Meranie farebných súradníc na vzorkách bukoveho dreva bolo vykonané na označenej strane v strede šírky prírezu vo vzdialenosti 160 mm od čela pred procesom termickej úpravy

prírezov parením a po mechanickom opracovaní vysušených parených prírezov na horizontálnej rovinnej frézke FS 200.



Obr. 2. Pohľad na kolorimeter Color Reader CR-10.

Hodnoty farebných súradníc sú uvádzané formou zápisu  $x = \bar{x} \pm u_C$  t.j. priemernej nameranej hodnoty a kombinovanej štandardnej neistoty merania. Kombinovaná štandardná neistota zohľadňuje neistoty typu A a typu B.

$$u_C = \sqrt{u_A^2 + u_B^2} \quad (1)$$

Výpočet kombinovanej štandardnej neistoty pre jednotlivé súradnice farebného priestoru  $CIE-L^*a^*b^*$  uvádzajú rovnice:

$$u_{C_L} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (L_i - \bar{L})^2}{n \cdot (n-1)} + u_{B_L}^2}, \quad u_{C_{a^*}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (a_i - \bar{a})^2}{n \cdot (n-1)} + u_{B_{a^*}}^2}, \quad u_{C_{b^*}} = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (b_i - \bar{b})^2}{n \cdot (n-1)} + u_{B_{b^*}}^2} \quad (2)$$

kde:  $L_i, a_i, b_i$  – namerané hodnoty súradníc farebného priestoru

$\bar{L}, \bar{a}, \bar{b}$  – priemerné hodnoty súborov súradníc farebného priestoru

$n$  – počet meraní

$u_{B_L}, u_{B_{a^*}}, u_{B_{b^*}} = 0,1$  štandardné odchýlky prístroja od menovitej hodnoty.

Miera rozptylu stanovených hodnôt súradníc farebného priestoru  $CIE-L^*a^*b^*$  nepareného i pareného beľového bukového dreva je hodnotená prostredníctvom relatívnej štandardnej neistoty  $rel u_C$ . Hodnoty relatívnej štandardnej neistoty pre jednotlivé farebné súradnice popisujú rovnice:

$$rel u_{C_L} = \frac{u_{C_L}}{\bar{X}_L} \cdot 100 [\%], \quad rel u_{C_{a^*}} = \frac{u_{C_{a^*}}}{\bar{X}_{a^*}} \cdot 100 [\%], \quad rel u_{C_{b^*}} = \frac{u_{C_{b^*}}}{\bar{X}_{b^*}} \cdot 100 [\%] \quad (3)$$

Z rozdielu parametrov farebných súradníc  $\Delta L^*$ ,  $\Delta a^*$ ,  $\Delta b^*$  stanovených na základe meraní povrchu bukových prírezov po vysušení a frézovaní a pred termickou úpravou je stanovená farebná odchýlka  $\Delta E^*$  kvantifikujúca celkovú mieru zmien vo farebnom priestore  $CIE-L^*a^*b^*$  podľa nasledujúcej rovnice:

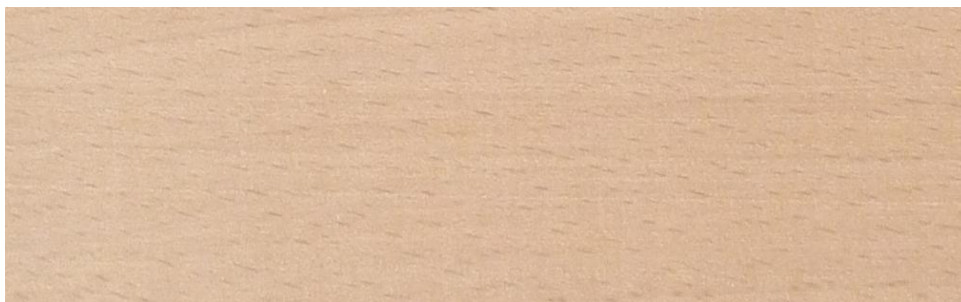
$$\Delta E^* = \sqrt{(L_2^* - L_1^*)^2 + (a_2^* - a_1^*)^2 + (b_2^* - b_1^*)^2} \quad (4)$$

kde:  $L_1$ ,  $a_1$ ,  $b_1$  súradnice farebného priestoru belového dreva pred procesom termickej úpravy dreva.

$L_2$ ,  $a_2$ ,  $b_2$  súradnice farebného priestoru povrchu vysušeného ofrézovaného termicky upraveného belového bukového dreva.

## VÝSLEDKY A DISKUSIA

Svetlý hnedo ružový farebný odtieň vysušeného belového bukového dreva nadobudnutý procesom termickej úpravy - sýtou vodnou parou je zobrazený na obr. 3.



Obr.3 Povrch vysušeného ofrézovaného belového bukového dreva po termickej úprave sýtou vodnou parou o teplote  $t = 110 - 115$  °C po dobu  $\tau = 5,5$  hod.

Štatistické údaje farebných súradníc bukového dreva vo farebnom priestore  $CIE-L^*a^*b^*$  pred jeho termickou úpravou parením a povrchu dreva vysušených ofrézovaných parených prírezov uvádza tab. 1

Tab. 1 Súradnice farebného priestoru belového bukového dreva pred a po procese termickej úpravy parením sýtou vodnou parou.

Bukové prírezy		Farebné súradnice		
		$L^*$	$a^*$	$b^*$
neparené	počet meraní [-]	57	57	57
	priemerná hodnota súradnice [-]	73,8	7,2	18,2
	kombinovaná štandardná neistota [-]	1,9	2,5	1,7
	relatívna štandardná neistota [%]	2,6	34,7	9,3
parené	počet meraní [-]	57	57	57
	priemerná hodnota súradnice [-]	68,4	10,1	20,6
	kombinovaná štandardná neistota [-]	2,8	1,5	1,3
	relatívna štandardná neistota [%]	4,1	14,8	6,3

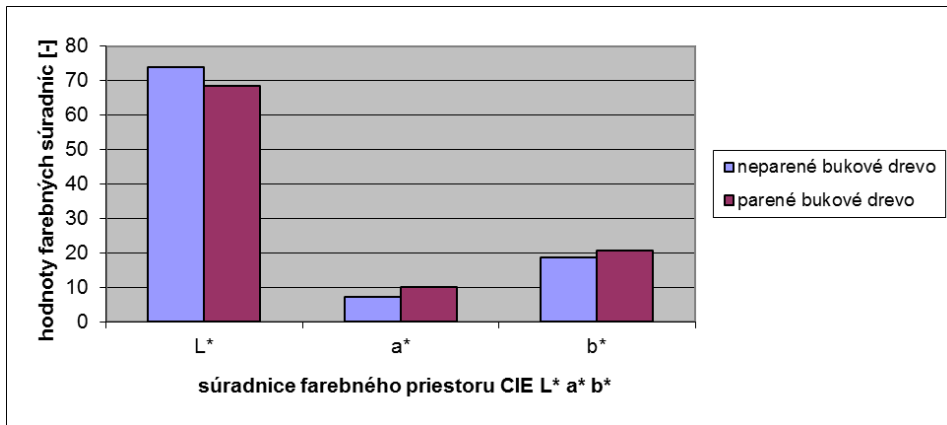
Farebný odtieň povrchu dreva ofrézovaných vysušených parených bukových prírezov vo farebnom priestore  $CIE-L^*a^*b^*$ , daný priemernou hodnotou farebnej súradnice a intervalom rozptylu stanovenia jej hodnoty, je uvedený zápisom:

$$L^* = 68,4 \pm 2,8$$

$$a^* = 10,1 \pm 1,5$$

$$b^* = 20,6 \pm 1,3$$

Miera zmeny jednotlivých súradníc farebného odtieňa bukového dreva vyvolaná procesom termickej úpravy parením sýtou vodnou parou o teplotu  $t = 110 - 115 \text{ }^\circ\text{C}$  po dobu  $\tau = 5,5$  hod. je zobrazená formou stĺpcového diagramu obr. 3.



Obr. 3 Miera zmien farebných súradníc bukového dreva vyvolaná procesom termickej úpravy parením sýtou vodnou parou.

Vplyvom termickej úpravy sa mierne znížila svetlosť bukového dreva o hodnotu  $\Delta L^* = -5,4$  a bol zaznamenaný posuv farieb na chromatických súradniciach v smere vzrastu hodnoty červenej farby o  $\Delta a^* = 3,1$  hodnoty žltej farby o hodnotu  $\Delta b^* = 2,4$ .

Hodnota relatívnej štandardnej neistoty farebnej súradnice  $a^* = 14,8 \%$  povrchu ofrézovaných vysušených parených bukových prírezov poukazuje na istú variabilitu miery zhnednutia bukového dreva v procese termickej úpravy. Spôsobená je vysokým rozptylom hodnôt farby na červenej súradnici vo farebnom priestore natívneho bukového dreva, deklarovaná hodnotou relatívnej štandardnej neistoty  $a^* = 34,7 \%$  uvádzanej v tab. 1 v tejto práci, resp. hodnotami variačného koeficienta  $v_{x-a^*} = 23,22 \%$  uvádzaného v práci *Hrčka (2010)*, a  $v_{x-a^*} = 22,8 \%$  uvádzaného autormi *Klement – Marko (2009)*.

Celková farebná odchýlka zmeny farby bukového dreva vyvolaná procesom termickej úpravy, vypočítaná prostredníctvom rovnice (4) má hodnotu  $\Delta E^* = 6,58$ . Keďže, daná hodnota leží v intervale veľkých farebných zmien:  $6 < \Delta E^* < 12$  *Cividini 2007*, predmetná miera zmeny farby bukového dreva vytvorená procesom parenia prináleží do skupiny veľkých farebných zmien. Uvedená farebná zmena bukového dreva, v zmysle kategorizácie zmien fyzikálnych a chemických vlastností dreva, podľa prác: *Kollmann – Gote (1968)*, *Trebula (1996)* patrí do kategórie ireverzibilných zmien. Vyvolaná je parciálnou hydrolyzou hemicelulózy v lignin sacharidickej matici bukového dreva a extrakciou vodorozpustných akcesorických látok, ako to nepriamo deklaruje v prácach: *Bučko (1995)*, *Trebula – Bučko (1996)*, *Dzurenda – Bučko (1998)* *Kačík (2001)*, *Laurova – Mamonova –*

Kučerova (2004), Klement – Detvaj (2007), Kačíková – Kačík (2011) prítomnosťou monosacharidov, organických kyselín a základných stavebných jednotiek lignínu s guajacylovou a syringylovou štruktúrou v kondenzátoch po tlakovom parení bukoveho dreva.

## ZÁVER

V príspevku je prezentovaná zmena farba bukoveho dreva v termickom procese - parenia sýtou vodnou parou o teplote  $t = 110 - 115$  °C po dobu  $\tau = 5,5$  hod. Farba bukoveho dreva parením sa zo svetlej, bielo-šedej farby so žltým nádychom mení na bledý hnedo-ružový farebný odtieň. Povrch vysušeného termicky upravovaného beľového bukoveho dreva opracovaného rovinným frézovaním vo farebnom priestore  $CIE-L^*a^*b^*$  je deklarovaný súradnicami:  $L^* = 68,4 \pm 2,8$ ;  $a^* = 10,1 \pm 1,5$ ;  $b^* = 20,6 \pm 1,3$ .

Vplyvom termickej úpravy sa mierne znižuje svetlosť bukoveho dreva o hodnotu  $\Delta L^* = -5,4$  a bol zaznamenaný posuv farieb na farebných súradniciach v priestore  $CIE-L^*a^*b^*$  na súradnici červenej farby o  $\Delta a^* = 3,1$  a súradnici žltej farby o hodnotu  $\Delta b^* = 2,4$ .

## LITERATÚRA

1. BABIAK, M., KUBOVSKÝ, I., MAMOŇOVÁ, M. 2004: Farebný priestor vybraných domácich drevín. In: Interaction of wood with various Forms of Energy. Zvolen: TU Zvolen, s. 113 - 117.
2. BABIAK, M., HRČKA, R., HOEPIT, M. 2004: Zmena farby buka pri mikrovlnom sušení. In: Interaction of wood with various Forms of Energy. Zvolen: TU Zvolen, s. 127 - 130.
3. BELJANOVA, E.,A., SAFIN, R.,R., BODYLEVSKAJA,T.,A. 2013: Razrabotka metodiki klassifikacii termomodificirovannoj drevesiny s pomoščju cvetovoj gammy. In: Derevoobrabativajuščaja promyšlennost', 2013, No.1, s. 30-34.
4. BUČKO, J. 1995: Hydrolyzne procesy. Zvolen: TU Zvolen. 116 s.
5. CIVIDINI, R., TRAVAN, L., ALLEGRETTI, O. 2007: White beech: a tricky problem in drying process. NARDI Srl, Italy, <http://www.ivalsa.cnr.it/ISCHP07/CividiniTravanAllegreti>, pdf.
6. DELIISKI, N. 1991: Metod dla ocenki stepeni oblagoraživanja bukovyh pilomaterialov vo vremja ich proparki. In: Súčasné problémy a perspektívy sušenia bukoveho reziva. Zvolen. ES-VŠLD vo Zvolene, s. 37-44.
7. DELIISKI, N. 2003: Modelirane i tehnologii za proparvane na drvesiny material i avtoklavi. [Dizertačná práca LTU Sofia], Sofia, 358 s.
8. DELIISKI, N., BREZIN, V., SOKOLOVSKI, S., MANOLOVA, N. 2009: Toplinno obrabotvane na obli bukovi material i s zapazvane na estestvenija cvjat na drvesinata. In.: Drvoobrabotvane i proizvodstvo na mebeli. № 2, s. 2-7.
9. DELIISKI, N., 2011: Model based automatic control of the wood steaming process in autoclaves. In: 4th International Science Conference "Woodworking tech-niques", Prague, s.67-72.
10. DRAPELA, J. A KOL. 1980: Výroba nábytku – Technologie. Praha: SNTL. 485 s.
11. DZURENDA, L. – DELIISKI, N. 2000: Analysis of moisture content changes in beech wood in the steaming process with saturated water steam. In: Wood research 45 (4): 1-8.
12. DZURENDA, L., DELIISKI, N. 2003: Avtomatičeskoe upravlenije procesom konvektivno-kamernoj suški bukovyh pilomaterialov s sochranenijem ili s dopustimym izmenenijem

- ich estestvennoj okraski. In: *Annals of Warsaw Agricultural University – Forest and Wood Technology* 53. s. 42 – 46.
13. DZURENDA, L., DELIISKI, N. 2012: Convective drying of beech lumber without color changes of wood. In: *Drvna industrija* 63(2): 95 – 103.
  14. DZURENDA, L. 2013: Modification of wood colour of *Fagus Sylvatica* L to a brown-pink shade caused by thermal treatment. In: *WOOD RESEARCH* 58 (3):475-482.
  15. Halaj, M. 1999: Vplyv hydrotermickej úpravy dreva na zmenu farby bukového dreva. [Dizertačná práca DF - TU Zvolen], Zvolen, 74 s.
  16. HRČKA, R. 2010: Identifikácia neprírodného zafarbenia dreva. In: *Parametre kvality dreva určujúceho jeho fyzikálne použitie*. Zvolen: TU Zvolen. 352 s.
  17. KAČÍK, F. 2001: Tvorba a chemické zloženie hydrolyzáto v systéme drevo-voda-teplo. Zvolen: TU Zvolen. 75 s.
  18. KAČÍKOVÁ, D., KAČÍK, F. 2011: Chemické a mechanické zmeny dreva pri termickej úprave. Zvolen: TU Zvolen. 71 s.
  19. KLEMENT, I., DETVAJ, J. 2007: *Technológia prvostupňového spracovania dreva*. Zvolen: TU Zvolen. 325 s.
  20. KLEMENT, I., MARKO, P. 2009: Colour changes of beech wood (*Fagus sylvatica* L.) during high temperature drying process. In: *Wood research* 54 (3): 45-54.
  21. KLEMENT, I., BALKOVSKÝ, I., SMILEK, P. 2011: Vplyv teploty na proces kontaktného sušenia bukového reziva. In: *Acta facultatis xylologiae Zvolen*, 53 (1): 13 – 17.
  22. KOLLMANN, F., GOTE, W.A. 1968: *Principles of Wood Sciences and Technology*, Vol. 1. Solid Wood, Springer Verlag: Berlin – Heidelberg - New York, 592 s.
  23. LAUROVA, M., MAMONOVA, M., KUČEROVA, V. 2004: Proces parciálnej hydrolýzy bukového dreva (*Fagus sylvatica* L.) parením a varením. [Vedecké štúdie 2/2004/A], Zvolen: TU Zvolen. 58 s.
  24. MOLNÁR, S., TOLVAJ, L. 2002: Colour homogenisation of different wood species by steaming. In: *Interaction of wood with various Forms of Energy*. Zvolen: TU Zvolen, s. 119 - 122.
  25. MAKOVÍNÝ, I. 2010: *Úžitkové vlastnosti a použitie rôznych druhov dreva*. Zvolen: TU Zvolen, 104 s.
  26. TREBULA, P. 1996: *Sušenie a hydrotermická úprava dreva*. Zvolen: TU Zvolen, 255 s.
  27. TREBULA, P., BUČKO, J. 1996: *Vákuové sušenie dreva, technické, technologické a ekologické aspekty*. [Vedecké štúdie 5/1996/B], Zvolen: TU Zvolen, 70 s.