

ZMENA FARBY BUKOVÉHO DREVA V PROCESE SUŠENIA

COLOUR CHANGE OF BEECH WOOD DURING DRYING

Ivan Klement – Peter Marko

ABSTRACT

This article deals with colour change of beech wood during two methods of drying – contact and high temperature method. Both methods are characterized by effecting of high temperature (temperature above 100°C) and a very short time of drying. Level of the wood coloration and its next processing and valuation depends just on the temperature and time of exposure.

It is possible to see problems of temperature influence to the colour changes of beech wood during specific conditions of drying process with the help of the results from this article.

In case that we know the reaction of wood substance to the temperature, we can reach colour shade of timber in wide colour scale.

Key words: colour change of wood, beech wood, high temperature drying, contact drying.

ÚVOD

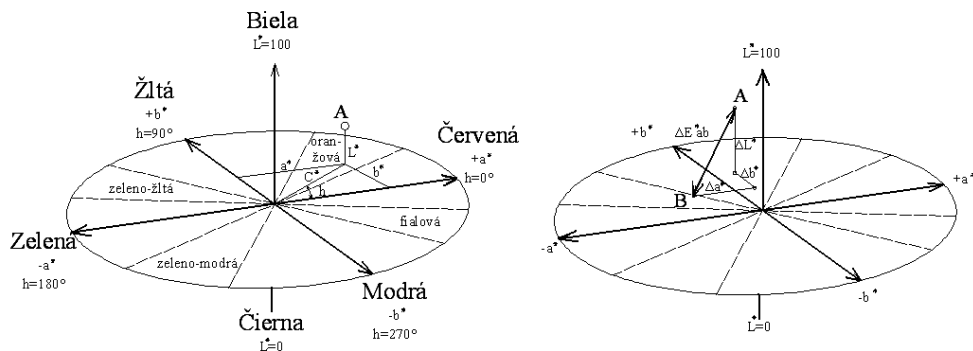
Farba dreva sa radí medzi jednu z najdôležitejších estetických vlastností [5]. Počas procesu sušenia a hydrotermickej úpravy dochádza v dreve k rôznym zmenám, ktoré sa prejavujú na zmenách jeho fyzikálnych a mechanických vlastností. Mnohé z týchto zmien sú pozitívne vzhľadom na jeho budúce použitie, niektoré však majú aj negatívny dopad na vlastnosti budúceho výrobku. Práve farebné zmeny dreva vznikajúce počas sušiacieho procesu sú v mnohých prípadoch nežiaduce. Správnym riadením procesu sušenia je však možné dosiahnuť žiadaný farebný odtieň a práve úlohou tohto článku je skúmať a analyzovať farebné zmeny dreva počas rôznych spôsobov ale aj režimov sušenia.

Farba dreva charakterizuje vzhľad dreva a určujú ju jeho chemické zložky – celulóza, hemicelulózy a lignín. Viac závisí od ich výraznosti ako od ich celkového objemového alebo hmotnostného podielu [3]. Vzhľadom na veľký počet farieb a ich odtieňov je presné vizuálne pomenovanie priam nemožné, preto sa podarilo v prvej polovici minulého storočia vytvoriť matematický popis farieb - vznikol kolorimetrický systém CIE [2].

Často používaným pojmom pri meraní farieb je Euklidovská vzdialenosť nazývaná farebná odchýlka ΔE . Používa sa na určenie odchýlky dvoch farieb. Odchýlka do $\Delta E \leq 3$ sa považuje za zhodnú pre pozorovateľa - neodlišiteľnú farbu. Farebná diferenciacia ΔE medzi farbou dreveniny pred sušením a po sušení sa stanovuje podľa metódy CIE 1976 a vypočítava sa podľa vzťahu:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2} \quad (1)$$

Kde hodnota L je jas alebo svetlosť farby, a je súradnica s odtieňom medzi červenou a zelenou a b je súradnica s odtieňom medzi žltou a modrou [5].



Obr. 1 Grafické znázornenie farebnej odchýlky vo farebnom priestore CIE Lab
Fig. 1 Graphical illustration of colour difference in colour space CIE Lab

EXPERIMENTÁLNA ČASŤ

MATERIÁL A METÓDA

Experimentálny materiál

Pre experimentálne práce bola vybraná drevina buk (*Fagus sylvatica* L.), ako naša najvýznamnejšia drevina. Z piliarskych výrezov boli vymanipulované radiálne a tangenciálne skúšobné telesá bez chýb o rozmeroch 25x80x500 mm. Pre tento materiál bola zistená počiatočná vlhkosť a počiatočné hodnoty sfarbenia dreva.

Metóda

Cieľom bola analýza farebných zmien pri rôznych spôsoboch sušenia. Hodnotená bola farebná zmena po kontaktnom sušení a zmena farby dreva počas vysokoteplotného sušenia na bukových vzorkách. Oba tieto spôsoby sušenia sa radia medzi špeciálne spôsoby. Ich spoločným znakom, a zároveň hlavnou výhodou, je dosahovanie veľmi krátkych časov sušenia. Zároveň pri oboch sušiacich spôsoboch pôsobí na drevo zvýšená teplota, čo má za následok zmenu niektorých fyzikálnych a mechanických vlastností v dreve. Typickým znakom je získanie tmavšieho odtieňa, ktorý je však v niektorých prípadoch nežiadúci. Úlohou tohto experimentu bolo sledovať vzniknuté farebné odchýlky a vyhodnotiť ich.

Kontaktné sušenie je spôsob sušenia, pri ktorom je materiál medzi vyhrievacími platňami lisu a je obyčajne sušený pod stálym tlakom. Prestup tepla sa uskutočňuje kondukciou a je veľmi rýchly [6]. Samotný spôsob sušenia sa javí výhodný na sušenie menších hrúbok z dôvodu vzniku menších vlhkostných a teplotných spádov. Kontaktné sušenie sa uskutočnilo v jednoetážovom lise pri teplote vyhrievacích platní 170°C. Boli použité tri lisovacie tlaky 1,0; 1,4 a 1,8 MPa. Čas sušenia bol rovnaký pri všetkých tlakoch a to 60 min.

Spôsob sušenia reziva teplotami vyššími ako 100°C sa nazýva vysokoteplotné sušenie dreva. Na sušenie zvolenej dreviny bol navrhnutý vysokoteplotný režim sušenia založený na princípe udržania teploty prostredia na teplote 100°C, kým vlhkosť vzoriek neklesla pod BNV. Po znížení vlhkosti pod BNV bola teplota v sušiarňi zvýšená na teplotu 130°C. Teplota zo sušiacich parametrov najviac urýchľuje sušiaci proces. Stupeň sfarbenia reziva je závislý hlavne od vlhkosti, teploty a času expozície [1]. Sušenie sa uskutočnilo v laboratórnej sušiarňi s R3.1- regulátorom firmy BINDER.

Na meranie farby a farebnej diferencie bol použitý kolorimeter COLOR READER CR-10 (obr.2), pomocou ktorého bolo možné popísať farbu v Lab a Lch súradniciach.



Obr. 2 Kolorimeter COLOR READER CR-10
Fig. 2 Colorimeter COLOR READER CR-10

VÝSLEDKY PRÁCE A DISKUSIA

Namerané hodnoty farebných súradníc po priebehu kontaktného sušenia pri jednotlivých lisovacích tlakoch sú uvedené v tab.1. V tabuľke sú ďalej uvedené hodnoty farebnej odchýlky, ku ktorej došlo počas doby sušenia 60 min. Vlhkosť vzoriek pred sušením bola 80 až 85 % a počas kontaktného sušenia klesla na hodnotu 1,8 až 3,7 %.

Tab. 1 Zmena farby povrchu dreva po kontaktnom sušení

Tab. 1 Surface change of the wood colour after contact drying

Lisovací tlak [MPa]	Farebné súradnice			ΔE
	L	a	b	
1,0	73,13	-0,17	11,14	8,846
1,4	69,73	5,97	12,69	10,630
1,8	70,30	4,84	10,77	10,224

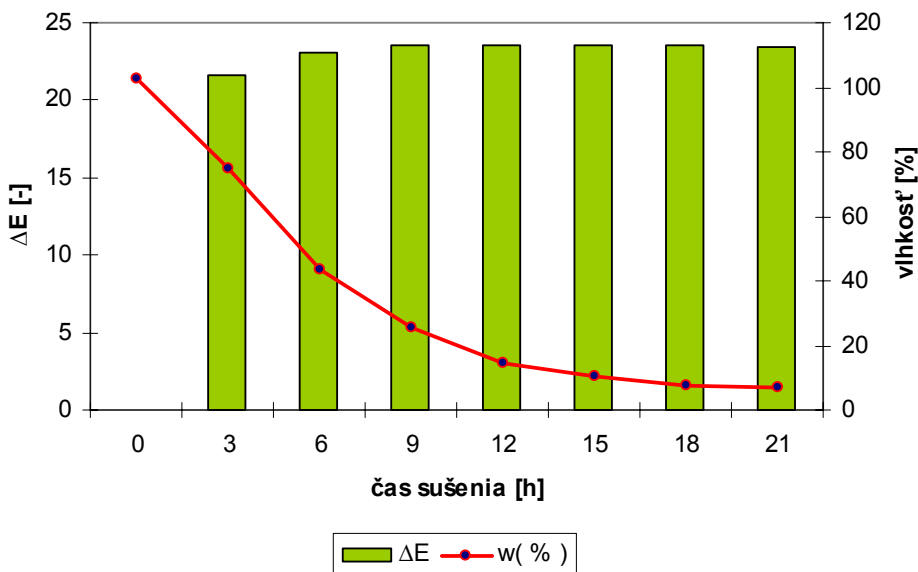
Vysokoteplotné sušenie prebiehalo 21 hodín, takže jednotlivé farebné súradnice boli zisťované priebežne počas sušenia v časovom intervale 3 hodín. Následne boli vyhodnotené farebné odchýlky po jednotlivých časových intervaloch. Vlhkosť vzoriek bola pritom znížená zo 102,5 % na 6,7 % Namerané a vyhodnotené údaje sú uvedené v tab. 2.

Tab. 2 Zmena farby povrchu dreva v priebehu vysokoteplotného sušenia

Tab. 2 Surface change of the wood colour during high temperature drying

Čas sušenia [hod]	farebné súradnice			ΔE
	L	a	b	
0	68,90	31,40	11,90	
3	68,10	11,00	19,10	21,648
6	66,00	9,20	17,50	23,078
9	65,90	8,80	17,80	23,549
12	65,90	8,90	18,10	23,531
15	64,50	9,10	18,20	23,587
18	64,20	9,30	18,50	23,538
21	64,20	9,50	18,80	23,437

Celkový priebeh zmeny farebnej odchýlky a znižovania vlhkosti dreva je zobrazený na obr. 3. Na obr. 4 môžeme sledovať zmenu farebnej odchýlky s priebehom teploty počas vysokoteplotného sušenia bukového dreva.

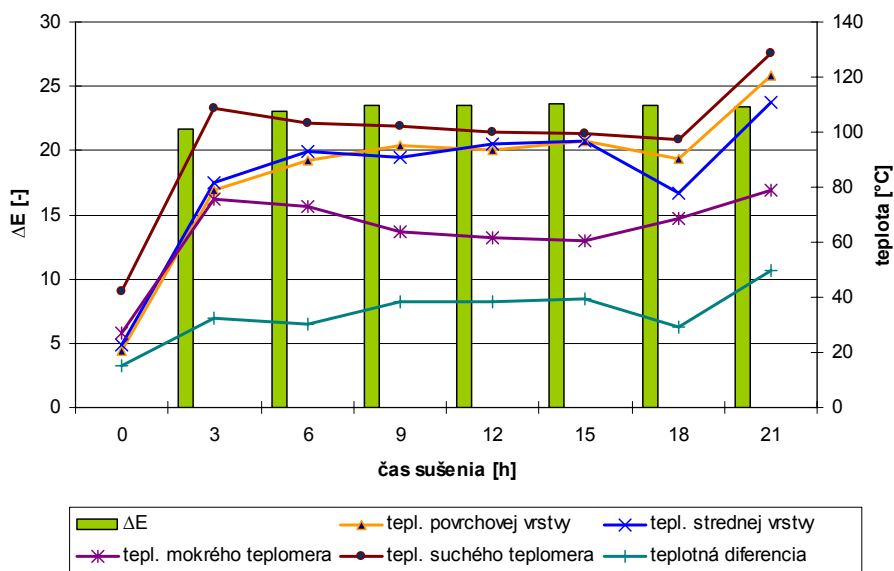


Obr. 3 Farebná odchýlka a priebeh vlhkosti počas vysokoteplotného sušenia

Fig. 3 Colour difference and moisture course during high temperature drying

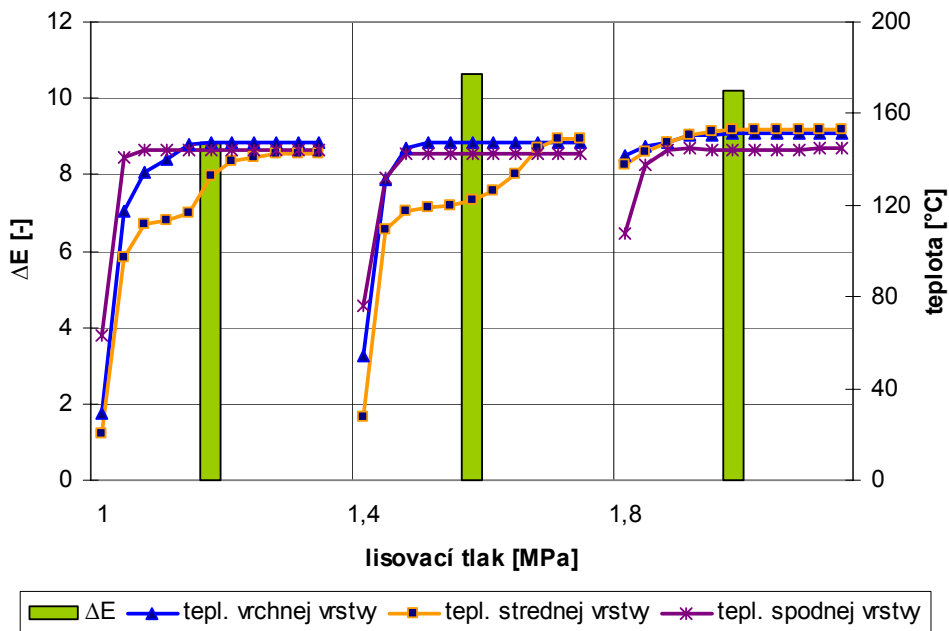
Z obr. 3 a 4 môžeme podľa veľkosti farebnej odchýlky usúdiť, že farba sa pri vysokoteplotnom sušení najviac zmenila počas prvých troch hodín sušenia, pričom dosiahla hodnotu 21,648. Túto farebnú zmenu môžeme považovať za významnú. Počas ďalšieho procesu sušenia sa táto zmena výraznejšie neprejavila, dokonca neprekročila oproti predchádzajúcej farebnej odchýlke medznú hodnotu 3. Z tohto dôvodu môžeme tvrdiť, že sa farba dreva po troch hodinách sušenia pre pozorovateľa nezmenila aj napriek tomu, že teplota okolitého prostredia sa po dvanástich hodinách sušenia zvýšila zo 100 na 130°C.

Najväčší vplyv na farebnú zmenu má pri pôsobení zvýšenej teploty vlhkosť dreva. S nasledujúcim zvýšením teploty o 30°C sa farba výrazne nemenila. Je však nutné podotknúť, že k farebnej zmene došlo hlavne v povrchových vrstvách skúšobných vzoriek, ale následným frézovaním sa dá táto zmena výrazne eliminovať. Medzi jednotlivými kusmi skúšobných vzoriek však došlo k čiastočnej egalizácii farby, pretože vzorky nadobudli podobný farebný odtieň.



Obr. 4 Farebná odchýlka a priebeh teplôt počas vysokoteplotného sušenia
Fig. 4 Colour difference and course of temperatures during high temperature drying

Priebeh teplôt a farebnú odchýlku počas kontaktného sušenia môžeme vidieť na obr. 5. Pri kontaktnom sušení je prenos tepla oveľa intenzívnejší z dôvodu priameho kontaktu vyhriatych lisovacích platní so skúšobnou vzorkou. To môžeme vidieť aj na obr. 5, kedy teplota na povrchu vzoriek stúpla na hodnotu 150°C v priebehu prvých 20 min. Sušenie je veľmi rýchle, transport vody zo stredu k povrchu zaostáva za rýchlosťou odparovania vody do okolia a v sušených vzorkách sa vytvára nadmerne veľký vlhkosťový spád. So stúpajúcim tlakom však hodnota vlhkosťového spádu klesá. Pre zníženie vlhkosťového spádu je však rozhodujúca etapa ochladenia vzoriek mimo priestoru lisu. Po priebehu kontaktného sušenia došlo k významnej farebnej zmene na povrchu vzoriek, kde farebná odchýlka dosiahla hodnoty od 8,846 do 10,630. Medzná hodnota, pri ktorej je farebný rozdiel významný je 3 a viac. Pri experimente sa nepotvrdil významný vplyv lisovacieho tlaku na farebnú zmenu od pôvodnej farby. Hodnoty nenaznačujú jasnú závislosť na tlaku. K výraznému stmavnutiu dreva došlo tiež len v povrchových vrstvách, ale frézovaním sa dá táto tmavá vrstva odstrániť.



Obr. 5 Farebná odchýlka a priebeh teplôt počas kontaktného sušenia pri rôznych tlakoch – čas sušenie 60 min.

Fig. 5 Colour difference and course of temperatures during contact drying at different pressures – time of drying 60 min.

ZÁVER

Z nameraných a porovnaných výsledkov je možné usúdiť, že pri vysokoteplotnom sušení dochádza k významnejšej farebnej zmene ako pri kontaktnom sušení. Pričom k najväčšej zmene dochádza v počiatočnej fáze sušenia, kedy je vlhkosť sušených vzoriek vysoká a teplota je počas krátkeho času zvýšená na 100°C. Pri kontaktnom sušení došlo len asi k polovičnej zmene farby ako pri vysokoteplotnom sušení. Výsledky však neukázali jasnú závislosť farebnej odchýlky od tlaku pôsobiaceho pri procese sušenia. Pri oboch spôsoboch sušenia došlo k tmavnutiu len povrchových vrstiev dreva, ale frézovaním je možné túto povrchovú vrstvu odstrániť.

Oba tieto spôsoby sušenia sa radia medzi špeciálne spôsoby sušenia, pričom ich spoločnou črtou je významné skrátenie času sušenia. Vzniknutá nežiaduca farebná zmena na povrchu sa dá pomerne ľahko eliminovať.

LITERATÚRA

1. BALKOVSKÝ, I. - KLEMENT, I. - MARKO, P.: Farebné zmeny bukového reziva pri použití vysokých teplôt v procese sušenia. In: Technológie spracovania dreva. Medzinárodná vedecká konferencia, september 2006, Zvolen: TU vo Zvolene, 2006. s. 23 - 29.
2. KUBOVSKÝ, I.: Farba a svetlo. Zvolen. TU, 2004. 102 s. ISBN 80-228-1399-0.
3. POŽGAJ, A. et al.: Štruktúra a vlastnosti dreva. 2.vyd. Bratislava: Príroda, 1997. 488 s. ISBN 80-07-00960-4.

4. SEHLSTEDT-PERSSON, S.M: High - temperature drying of Scots pine. A comparison between HT - and LT – drying. Holz Roh u. Wersstoff. - Roč. 53, č. 2 (1995), s. 95-99
5. SEHLSTEDT-PERSSON, M: Colour responses to heat-treatment of extractives and sap from pine and spruce. Proceedings 8th International IUFRO Wood Drying Conference, Brasov, Romania, 24-29 August, 2003. Dostupné na internete: < <http://www.tt.ltu.se/forskning/pdf/colour%20responses.pdf>>
6. TREBULA, P. - KLEMENT, I.: Sušenie a hydrotermická úprava dreva. 1. vyd. Zvolen: TU, 2002. 449 s. ISBN 80-228-1182-3.

SUMMARY

It is possible to sum up from measured and compared results that there is more significant colour change during high temperature drying than during contact drying. The most significant colour change was created in the first phase of drying, when the moisture content of dried samples was high and the temperature rose to 100 °C during short time. Half colour change was reached during contact drying than during high temperature drying only. The results have not shown the bright dependence between colour change and pressure during drying process. Both drying methods caused darkening of the surface layers of wood only, but it is possible to remove by milling operation.

Both drying methods are special drying methods and theirs common feature is the reduction of drying time. It is possible to eliminate the unwanted colour changes occurred on surface sample relatively easily.

Pod'akovanie

Autori ďakujú agentúre VEGA MŠ SR za finančnú podporu pri riešení projektu číslo 1/0231/08, v rámci ktorého vznikol prezentovaný príspevok.

Adresa autorov:

doc. Ing. Ivan Klement, CSc.
Ing. Peter Marko
Katedra mechanickej technológie dreva.
Drevárska fakulta Technickej univerzity vo Zvolene
T. G. Masaryka 24
960 53 Zvolen
Slovensko
klement@vsld.tuzvo.sk
pmarko@vsld.tuzvo.sk