

Ispitivanje jednodličnosti rasporeda brzine strujanja zraka u složaju pri sušenju u komornoj sušionici

RESEARCH ON THE UNIFORMITY OF AIR VELOCITY DISTRIBUTION WITHIN TIMBER STACK IN CHAMBER KILN DURING DRYING PROCESS

Prof. dr. sc. **Zdenko Pavlin**
Dipl. inž. **Stjepan Pervan**
Šumarski fakultet - Zagreb

UDK 630*847.2

Prispjelo: 5. 11. 1993.
Prihvaćeno: 19. 05 1994.

Izvorni znanstveni rad

S a ž e t a k

U radu je opisano ispitivanje jednodličnosti brzine strujanja zraka u klasičnoj komornoj sušionici s aksijalnim ventilatorima iznad složaja.

Cilj istraživanja bilo je utvrđivanje iznosa te brzine u proizvodnim uvjetima i usporedba rezultata s rezultatima dobivenim pri uvjetima dosadašnjih istraživanja strujanja zraka.

Mjerenje brzina strujanja zraka provedeno je na 11 mjernih mjesta na putu zraka od tlačne strane ventilatora do izlaza iz složaja, a sušionica je podijeljena po dužini na šest jednakih zona.

Koeficijent jednodličnosti strujanja zraka izračunan je na temelju mjerenja brzina strujanja provedenih na četiri mjerna mjesta na ulaznoj strani u složaj (u šest zona) i četiri mjerna mjesta na izlaznoj strani iz složaja (u šest zona).

Koeficijent jednodličnosti strujanja zraka bio je lošiji za 1.26% na ulaznoj i 11.99% na izlaznoj strani složaja ako se uspoređuje s prijašnjim istraživanjem (3).

Ključne riječi: sušenje drva, jednodličnost strujanja zraka, komorna sušionica, aksijalni ventilatori.

S u m m a r y

This paper investigates the uniformity of air flow in over-head fan kiln.

The aim of investigation was to determine the value of uniformity of air flow in production conditions and to compare them with the values achieved in some previous investigations of air flow.

Values of air velocity are measured at 11 points along the way of air through the kiln, from the pressure side of the fan to the outgoing side of the stack.

The coefficient of air uniformity distribution has been calculated from velocity data measured at 4 measuring point on the inlet side of the stack (in 6 zones) and 4 measuring points on the outlet side of the stack (in 6 zones).

The coefficient of air uniformity distribution was worse 1.26% at the inlet side of the stack and 11.99% at the outlet side of the stack as compared to the results of previous investigation (3).

Key words: wood drying, air flow uniformity, overhead fan kiln system

1. UVOD

Jednodlični raspored brzine strujanja zraka kroz složaj drvene građe vrlo je važan činitelj pri konstruiranju sušionica radi poboljšanja učinkovitosti djelovanja topline na drvo.

Jednodlična brzina strujanja zraka omogućuje jednodlično prenošenje topline pri sušenju i sprečava nastanak prevelikih razlika u sadržaju vode između piljenica u složaju, na mjestima na kojima je prostrujavanje inače slabije. Brzina strujanja zraka time utječe na smanjenje nejednodličnosti cijelog postupka sušenja i sprečava nastanak prevelikih dodatnih naprezanja pri sušenju drva koje je već prije toga prirodno sušeno, a u kojem nema zaostalih naprezanja, a sadržaj vode po presjeku je ujednačen.

Jednodličnošću brzine strujanja zraka izbjegavaju se vrlo duga vremena izjednačavanja sadržaja vode, koja su inače potrebna u sušionicama s lošim rasporedom strujanja zraka.

Uštede topline i električne energije potrebne za pokretanje ventilatora postižu se poboljšanjem razmještaja strujanja zraka unutar složaja, no istraživanja na tom području dosada nisu bila dovoljna (3).

Važnost jednodličnosti strujanja zraka zanemarišana je, zato što se smatralo da je važnije ispitivati ostale tehnološke činitelje postupka sušenja drva koji su izravno povezani sa svojstvima drva koje se suši (npr. s volumnom masom, strukturom, načinom piljenja, početnim sadržajem vode itd.).

Utjecaj jednoličnosti na konačne velike razlike u sadržaju vode u drvanoj građi u složaju ne bi smio biti preuveličavan, ali je njegova važnost neporeciva.

2. ZADAĆA RADA

Zadaća ovog rada bila je ispitivanje jednoličnosti strujanja zraka u komornoj zidanoj sušionici s aksijalnim ventilatorima postavljenim iznad složaja, i to u stvarnim proizvodnim uvjetima, te usporedba tako dobivenih rezultata s dosad provedenim istraživanjem (2) u kojima su parametri što utječu na brzinu strujanja zraka (dimenzije složaja, unutrašnje dimenzije sušionice, dimenzije prepreka koje se nalaze na putu zraku) bili određeni prije početka sušenja.

3. MATERIJAL I METODE

3.1. Materijal za ispitivanje

Ispitivanje se provodilo u klasičnoj komornoj zidanoj sušionici s četiri aksijalna ventilatora iznad složaja koji pokreću zrak samo u jednom smjeru (sl. 1 i sl. 2).

Svaki je ventilator izravno spojen s osovnom elektromotora izmjerene prosječne mehaničke snage 0,8 kW i frekvencije vrtnje 1400 min^{-1} .

Ispitivanje je provedeno tijekom postupka niskotemperaturnog sušenja, a spomenuta sušionica nije opskrbljena uređajima za vlaženje zraka.

Grijača su tijela montirana na tlačnoj strani ventilatora. Zidovi sušionice su betonski, bez dodatnoga izolacijskog sloja.

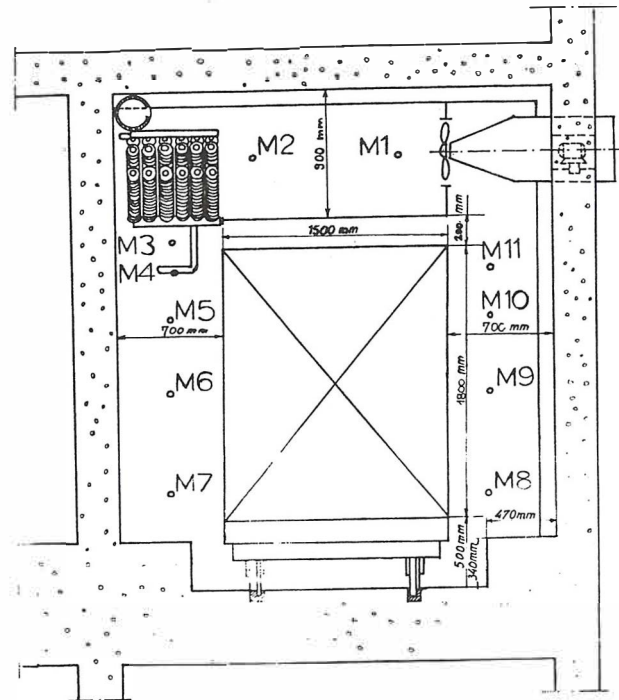
Dimenzije sušionice prikazane su na slici 1, a ispitivanje je provedeno na složaju hrastovih piljenica debljine 25 mm. Dimenzije složaja su bile: dužina 2,7 m, širina 1,5 m i visina 1,82 m. Za razmak između piljenica upotrijebljene su letvice dužine 1 m i poprečnog presjeka $20 \times 20 \text{ mm}$.

3.2. Metoda ispitivanja

Mjerenje brzine strujanja zraka obavljeno je pomoću krilnog anemometra i zapornog sata u unutrašnjosti sušionice. Pri mjerenju je sušionica podijeljena po dužini na šest zona (sl. 2).

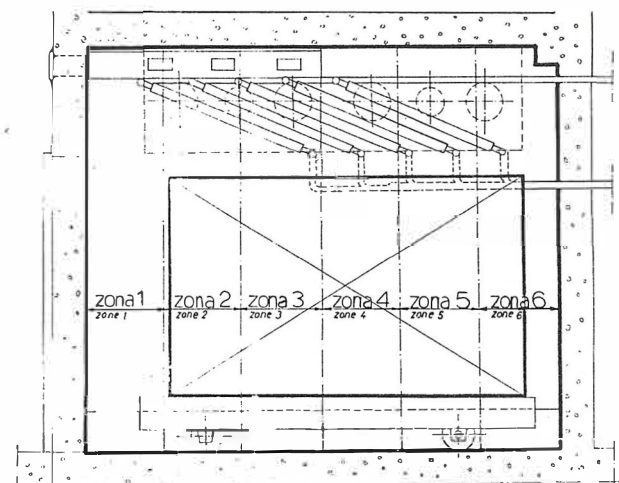
U svakoj je zoni mjerena brzina zraka kroz sušionicu, i to na 11 mjernih mjesta duž smjera kretanja zraka (sl. 1). Pri određivanju jednoličnosti strujanja zraka kroz složaj iskorištene su vrijednosti izmjerene na mjernim mjestima M4 do M7 na ulaznoj strani zraka u složaj i M8 do M11 na izlaznoj strani zraka iz složaja.

Za mjerna mjesta M4 do M11 vrijednost brzine strujanja zraka izračunana je kao srednja vrijednost iz šest zona mjerenja u kojima je na svakome mjernom mjestu napravljeno pet mjerenja brzine strujanja zraka (za svako mjerno mjesto brzina strujanja zraka reprezentant je 30 izmjerenih vrijednosti).



Slika 1. Skica sušionice s razmještajem mjernih mjesta (M1 - M11)

Figure 1. Kiln scheme and the air velocity measurement points (M1 - M11)

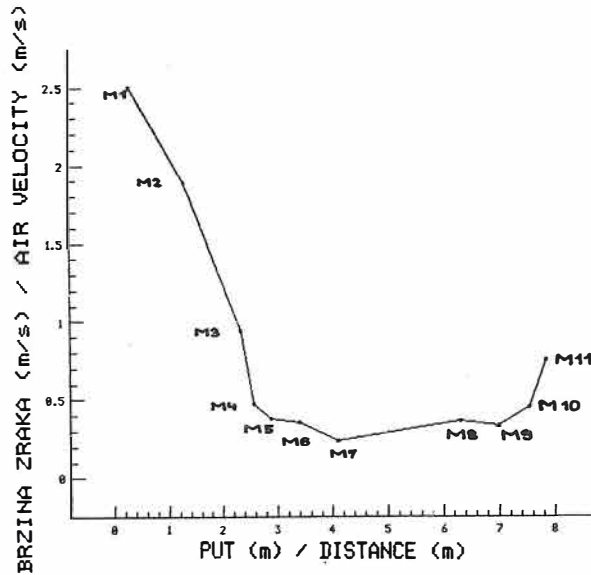


Slika 2. Sušionica i podjela sušionice na mjerne zone

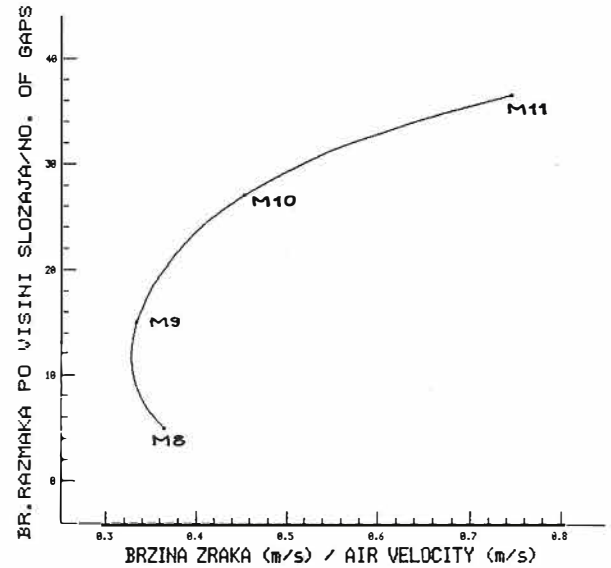
Figure 2. Kiln and its division into measurement zones

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA

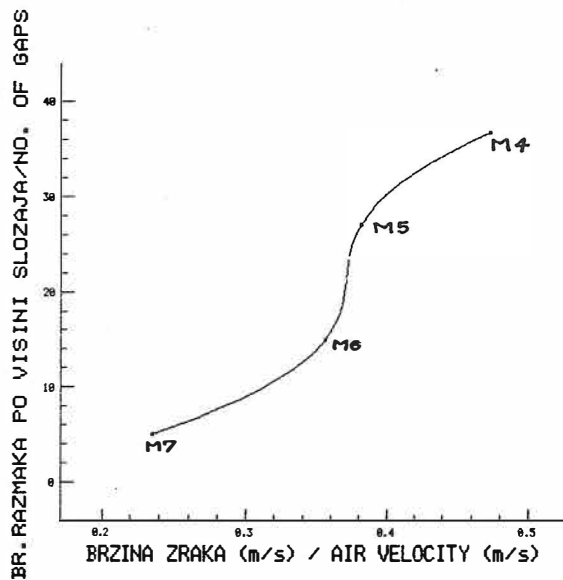
Mjerenjem brzine strujanja zraka dobiveni su rezultati prikazani u dijagramima na slici 3., 4. i 5.



Slika 3. Vrijednosti brzine strujanja zraka na mjernim točkama M1 do M11
Figure 3. Air velocity values over distances between measurement points M1 to M11



Slika 5. Vrijednosti brzine strujanja zraka na izlaznoj strani složaja u odnosu prema broju razmaka između piljenica na mjernim mjestima M8 do M11
Figure 5. Air velocity values at the outlet side of the stack related to the number of gaps between the boards at measuring points M8 do M11



Slika 4. Vrijednost brzine strujanja zraka na ulaznoj strani složaja u odnosu prema broju razmaka između piljenica na mjernim mjestima M4 do M7
Figure 4. Air velocity values at the inlet side of the stack related to the number of gaps between the boards at measuring points M4 to M7

Na temelju izmjerenih brzina strujanja zraka na mjernim mjestima 4-11 izračunana je:

- srednja vrijednost brzine strujanja zraka na ulaznoj strani u - složaj, i ona iznosi 0,357 m/s
- koeficijent varijacije brzine na ulaznoj strani složaja, koji iznosi 21,56%
- srednja vrijednost brzine strujanja zraka na izlaznoj strani složaja, a iznosi 0,448 m/s
- koeficijent varijacije brzine strujanja zraka na izlaznoj strani iz složaja, koji iznosi 32,29%.

5. DISKUSIJA

Dobiveni se rezultati zbog istovjetnosti parametara ispitivanja mogu usporediti s istraživanjima koja su provedena u radu (3).

Rad (3) proveden je na komornoj sušionici s aksijalnim ventilatorima iznad složaja te ovih unutrašnjih dimenzija sušionice: visinom 3,35 m, širinom, 2,74 m i dužinom 3,12 m. Dimenzije složaja piljenica bile su: dužina 3,05, širina 1,52 m i visina 1,82, a širina bankine 0,46 m. Pri tom je ispitivanju korišten složaj piljenica debljine 25 mm i s letvicama za razmak debljine 20 mm.

Zajednički prikaz rezultata ovog ispitivanja i istraživanja (3) dan je u tablici 1.

REZULTATI PROVEDENOG ISTRAŽIVANJA I Istraživanja (3) Tablica 1.
RESULTS OF TESTING AND INVESTIGATION (3) Table 1.

	Visina složaja (Stack height)	Širina složaja (Stack width)	Širina bočnog istaka (Plenum width)	Srednja brzina (Mean velocity)	Koeficijent var. brzine (Velocity var. coeff.)
	H (m)	W (m)	w (m)	V (m/s)	C (%)
1	1,82	1,82	0,46	1,730	20,30
2	1,82	1,50	0,47	0,357	21,56
3	1,82	1,50	0,47	0,448	32,29

Pritom je:

- Vsr - srednja vrijednost brzine strujanja zraka
- C - koeficijent varijacije brzine
- 1 - rezultati istraživanja (3)
- 2 - vrijednosti na ulaznoj strani složaja
- 3 - vrijednosti na izlaznoj strani složaja

Uspoređujući dobivene rezultate s istraživanjem (3) koje je SHARMA proveo u klasičnoj komornoj sušionici s aksijalnim ventilatorima iznad složaja, vidljivo je da su za slične uvjete sušenja dobiveni lošiji rezultati.

Srednja brzina strujanja zraka u ovom je ispitivanju na ulaznoj strani složaja iznosila 0,357 m/s, a na izlaznoj strani složaja 0,448 m/s. U istraživanju (3) izmjerena je vrijednost od 1,73 m/s.

Izračunani koeficijent varijacije brzine u ovom je radu iznosio 21,56% na ulaznoj te 32,29% na izlaznoj strani zraka iz složaja, u odnosu prema 20,30%, koliki je bio u istraživanju (3).

Od cjelokupnog zraka koji struji kroz složaj, na ulaznoj se strani 21,56%, a na izlaznoj strani 32,29% količine kreće nejednolično, tj. javljaju se znatne razlike između vrijednosti brzine strujanja zraka na različitim mjestima na ulazu i izlazu iz složaja.

6. ZAKLJUČAK

Pri ispitivanju jednoličnosti brzine strujanja zraka utvrđene su sljedeće činjenice.

1. Prepreke zraku koji struji kroz sušionicu (grijači i na neodgovarajući način složen složaj piljenica) mogu biti uzrokom male jednoličnosti brzine strujanja zraka.

2. Prostori kroz koje zrak struji ispod kolica na ko-

jima je složaj, prostori iznad složaja i sa strane također mogu biti uzrokom lošijeg prostrujavanja samog složaja i malim postignutim brzinama strujanja zraka na ulaznoj i izlaznoj strani složaja.

3. Izmjerena srednja vrijednost brzine strujanja zraka na ulazu u složaj iznosila je 0.357 m/s, što je uzrokovano preprekom (grijačem), a na izlazu iz složaja 0.448 m/s. Naime, na izlaznoj strani iz složaja nema prepreka djelovanju ventilatora pa je brzina strujanja zraka malo veća.

4. Vrijednosti koeficijentata varijacije brzine strujanja zraka dobivene ovim istraživanjem u stvarnim proizvodnim uvjetima, za 1,26 i 11,99% veće se od vrijednosti postignutih u uvjetima istraživanja (3), što upućuje na potrebu daljnjeg istraživanja i promjene dosad dobivenih rezultata.

7. LITERATURA

- [1] Pavlin, Z., Istraživanje nekih parametara sušenja u sušionici za piljenice, Međunarodno znanstveno-tehničko savjetovanje o sušenju drva, Opatija, 1978.
- [2] Rosen, H. N., Jet drying of southern pine and douglas-fir: exploratory study, U.S. D A., Forest Service, St. Paul, 1978
- [3] Sharma, S.N., Methods of improving the uniformity of air velocity distribution within the timber stack in three types of kiln systems, Conference of IUFRO, Oxford, 1980
- [4] Torgeson, O.W., Circulation of air in a lumber dry kiln, U.S.D.A., Forest Service, Madison, 1953