

GDK 862.2 + 812.142

Prispelo / Received: 30. 5. 1997

Sprejeto / Accepted: 23. 6. 1997

Izviren znanstveni članek

Original scientific paper

VPLIV PROSTORNINSKE MASE SREDNJEGA SLOJA IVERNIH PLOŠČ NA CELOTNO PROSTORNINSKO MASO IVERNE PLOŠČE

Sergej MEDVED^{*}, Saša PIRKMAIER^{**}

Izvleček

Prispevek predstavlja vpliv prostorninske mase srednjega sloja iverne plošče na celotno prostorninsko maso trislojnih ivernih plošč. Za prikaz vpliva smo uporabili trislojne iverne plošče šestih različnih debelin, in sicer 10, 13, 18, 22, 25 in 28 mm. Glede na delež zunanjšega sloja smo s pomočjo merilnika gostotnih profilov določili povprečne prostorninske mase za zunanji in srednji sloj ivernih plošč. Z naraščanjem celotne prostorninske mase je v večji povezavi naraščanje prostorninske mase srednjega sloja. S pomočjo formule in dejanskih podatkov o debelini in prostorninski masi smo izračunali tudi celotno prostorninsko maso in jo primerjali z dejansko, pri čemer smo ugotovili, da so odstopanja zanemarljiva.

Ključne besede: iverna plošča, profil prostorninskih mas, prostorninska masa, zunanji sloj, srednji sloj

IMPACT OF VOLUME MASS OF PARTICLEBOARD MIDDLE LAYER ON TOTAL PARTICLEBOARD VOLUME MASS

Abstract

The topic of the article is the impact of density of the particleboard core layer on total density of tree-layer particleboards. In order to show the impact, tree layer particleboards of six different thicknesses (10, 13, 18, 22, 25 and 28 mm) were used. As to the share of the surface layer, mean densities - for the surface and core layer - were assessed by means of density profile meter. The increase of total density is closer related to the increase of density of the core layer. By means of a formula and the data on the thickness and density, total density was calculated and compared with the actual one. Thereby it has been established that deviations are negligible.

Key words: particleboard, density profile, density, core layer, surface layer

^{*} Dipl. inž. les., LIKO Vrhnika d.d., Verd 100a, 1360 Vrhnika, SLO

^{**} Prof. dr., dipl. inž. les., Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, 1000 Ljubljana, Rožna dolina c. VIII/34

KAZALO / CONTENTS

1	UVOD / INTRODUCTION	143
2	METODOLOGIJA DELA / METHODS	144
3	REZULTATI IN DISKUSIJA / RESULTS AND DISCUSSION	144
3.1	POVPREČNA PROSTORNINSKA MASA PLOŠČE / MEAN VOLUME MASS OF PARTICLEBOARD.....	144
3.2	PROSTORNINSKA MASA IN DEBELINA ZUNANJEGA IN SREDNJEGA SLOJA / VOLUME MASS AND THICKNESS OF THE OUTER AND MIDDLE LAYER.....	146
4	SKLEPI	156
5	CONCLUSIONS	157
6	VIRI / REFERENCES	157

1 UVOD

Prostorninska masa ivernih plošč je zelo pomembna lastnost, saj je tesno povezana z mehansko-fizikalnimi lastnostmi lesnih plošč. Na velikost prostorninske mase vplivajo predvsem naslednji dejavniki:

- velikost in oblika iverja,
- debelina plošče,
- vrsta uporabljene lesne surovine in drevesna vrsta,
- tlak.

Za izdelavo trislojnih ivernih plošč uporabljamo iverje različnih velikosti in oblik. Fino iverje, to je iverje debeline med 0,1 in 0,3 mm, uporabljamo predvsem za zunanji sloj, medtem ko grobo iverje debeline med 0,4 in 0,8 mm, uporabljamo v srednjem sloju. Zaradi svoje debeline in velikosti je to iverje manj stisljivo kot iverje za zunanji sloj. Spreminjanje debeline plošč spreminja debelino posameznega sloja, pa tudi prostorninsko masa plošč in prostorninsko maso posameznih slojev.

Znano je, da z naraščanjem debeline plošč narašča tudi debelina srednjega sloja ivernih plošč in pada prostorninska masa plošč. Ker ima srednji sloj nižjo prostorninsko maso kot zunanji sloj in se z debelino spreminja, bomo v tem prispevku poskušali prikazati vpliv prostorninske mase srednjega sloja na prostorninsko maso plošče.

Za ugotavljanje vpliva prostorninske mase srednjega sloja na celotno prostorninsko maso plošč smo uporabili industrijsko narejene, brušene, trislojne iverne plošče debelin 10, 13, 18, 22, 25 in 28 mm. Sestavljene so iz:

- 23% trdih listavcev, od tega je 75% bukovega iverja in
- 77% iglavcev, od katerih je 99% smrekovega iverja.

Utežni delež zunanjega, oziroma srednjega sloja je odvisen od debeline plošč in ga predstavlja preglednica 1.

Preglednica 1: Utežni deloč zunanjega in srednjega sloja v trislojnih ivernih ploščah glede na debelino plošč.

Table 1: *Weight share of the surface and core layer in three-layer particleboards as to the board thickness.*

Debelina plošč / Board thickness mm	Zunanji sloj / Surface layer %	Srednji sloj / Core layer %
10	50	50
13	41	59
18	40	60
22	40	60
25	37	63
28	33	67

Razmerja, prikazana v preglednici 1, predstavljajo razmerja v trislojni iverni plošči. To razmerje dosežemo s tehtanjem natresenega iverja v proizvodnem procesu. Iz preglednice 1 je vidno, da z naraščanjem debeline plošč narašča tudi delež srednjega sloja, delež zunanjega sloja iverne plošče pa se zmanjšuje.

2 METODOLOGIJA DELA

Iz proizvodnega procesa smo vzeli šest brušenih trislojnih ivernih plošč nazivnih debelin 10, 13, 18, 22, 25 in 28 mm. Iz plošč smo izžagali deset epruvel 60×60 mm, nato smo jih klimatizirali pri standardni klimi (temperatura 20°C in relativna zračna vlažnost 65%). Ko smo dosegli konstantno maso, smo za epruvete ugotovili povprečno prostorninsko maso, nakar smo s pomočjo merilnika gostotnih profilov ugotovili preseke prostorninskih mas. Nato smo iz presekov prostorninskih mas po debelini ugotovili povprečno prostorninsko maso srednjega sloja, povprečno prostorninsko maso obeh zunanjih slojev skupaj in za vsak zunanji sloj posebej.

3 REZULTATI IN DISKUSIJA

3.1 POVPREČNA PROSTORNINSKA MASA PLOŠČE

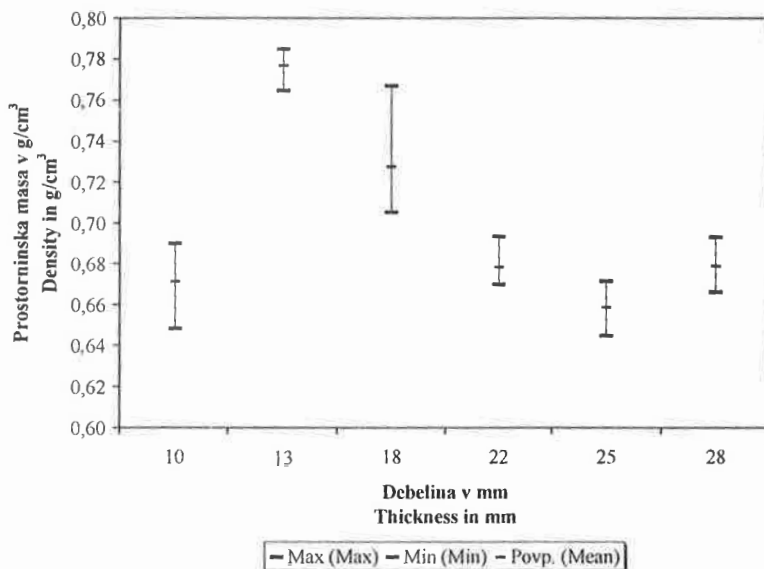
Povprečno določena prostorninska masa plošč po standardu EN 323 je med 0,658 in 0,778 g/cm³ in je odvisna predvsem od debeline plošč. Preglednica 2

prikazuje podatke o povprečni debelini in povprečni prostorninski masi plošč, slika 1 pa razpon prostorninskih mas glede na nazivno debelino plošč.

Preglednica 2: Podatki o povprečni debelini in povprečni prostorninski masi plošč, določeni po standardu EN 323.

Table 2: Data on mean thickness and density of boards defined according to the EN 323 standard.

Debelina / Thickness mm	Prostorninska masa / Density g/cm ³
10,80	0,6721
14,03	0,7775
18,85	0,7275
22,66	0,6785
26,66	0,6588
28,80	0,6789



Slika 1: Razpon prostorninskih mas glede na nazivno debelino plošč.

Figure 1: Range of density as to declared board thickness.

Iz preglednice 2 in slike 1 vidimo, da je med prostorninsko maso in debelino povezava v razponu debelin med 13 in 25 mm. Opazimo lahko padanje prostorninske mase z naraščajočo debelino. 10 mm debela plošča ima nižjo prostorninsko maso kot plošča debeline 13 mm, medtem ko ima 28 mm debela plošča višjo prostorninsko maso kot plošča debeline 25 mm.

3.2 PROSTORNINSKA MASA IN DEBELINA ZUNANJEGA IN SREDNJEGA SLOJA

Glede na podatke v preglednici 1 smo izračunali debelino zunanjega in srednjega sloja za posamezno debelino iverne plošče. Iz profilov prostorninskih mas smo, glede na podatke o debelini slojev, izračunali povprečne prostorninske mase slojev. Povprečne izračunane podatke prikazuje preglednica 3.

Preglednica 3: Povprečni podatki o debelini in prostorninski masi slojev.

Table 3: Mean data on the thickness and actual value of density.

d^3 mm	d_{ss}^4 mm	d_{zs}^5 mm	ρ^6 g/cm ³	ρ_{ss}^7 g/cm ³	ρ_{zs}^8 g/cm ³	$\rho_{zs\text{-spodaj}}^9$ g/cm ³	$\rho_{zs\text{-zgoraj}}^{10}$ g/cm ³
10,80	5,40	5,40	0,6721	0,5893	0,7549	0,7622	0,7477
14,03	8,28	5,75	0,7775	0,6998	0,8886	0,8737	0,9034
18,85	11,31	7,54	0,7275	0,6251	0,8814	0,8775	0,8852
22,66	13,60	9,07	0,6785	0,5647	0,8496	0,8544	0,8448
26,66	16,80	9,86	0,6588	0,5669	0,8144	0,8278	0,8010
28,80	19,29	9,50	0,6789	0,5770	0,8851	0,8913	0,8788

³ Debelina plošče / Board thickness.

⁴ Debelina srednjega sloja / Core layer thickness.

⁵ Debelina zunanjega sloja / Surface layer thickness.

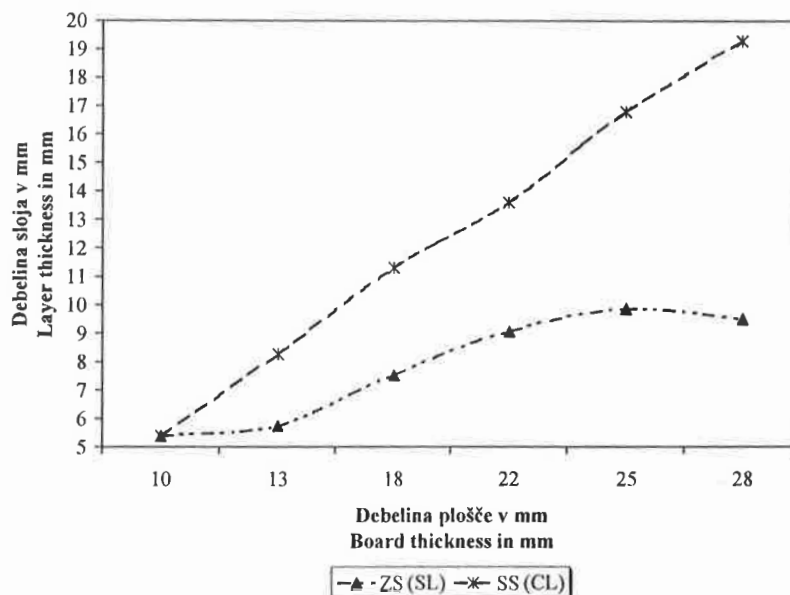
⁶ Dejanska prostorninska masa celotne plošče / Actual density of the entire board.

⁷ Prostorninska masa srednjega sloja / Density of the core layer.

⁸ Prostorninska masa zunanjega sloja / Density of surface layer.

⁹ Prostorninska masa zgornjega zunanjega sloja / Density of the upper surface layer.

¹⁰ Prostorninska masa spodnjega zunanjega sloja / Density of the lower surface layer.

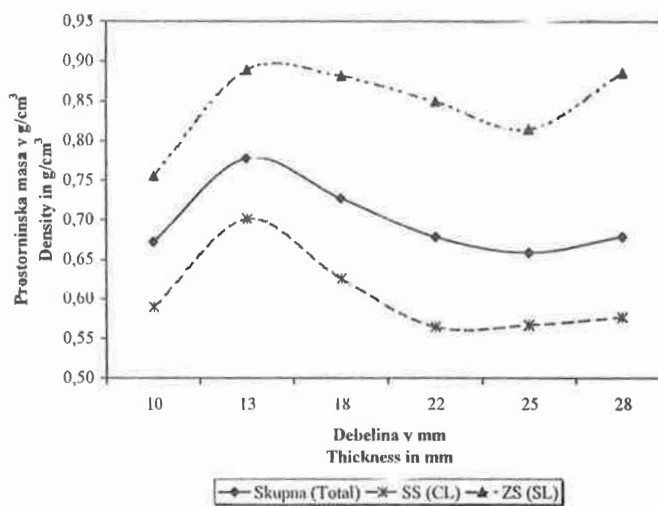


Slika 2: Odvisnost debeline slojev od debeline plošč.

Figure 2: Relation between layer thickness and board thickness.

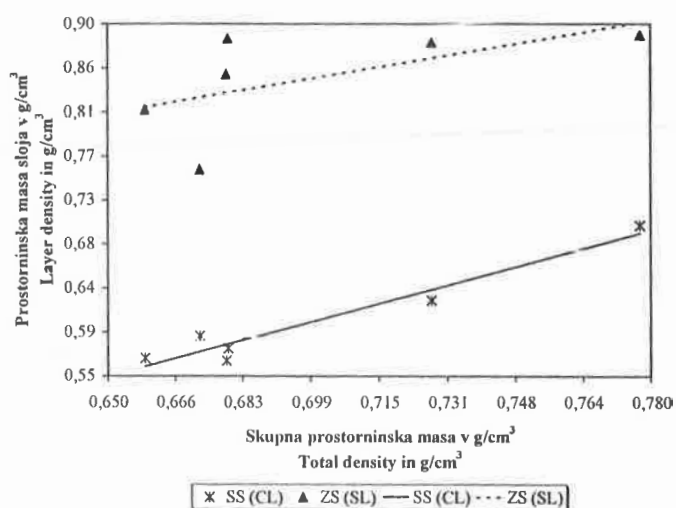
Debelina zunanega sloja pri ploščah debeline 10 do 25 mm postopoma narašča, pri debelini 28 mm pa rahlo pade, kar je razvidno tudi iz slike 2. Iz slike 2 in pregledice 3 je tudi razvidno, da se debelina zunanega sloja plošč debeline 22 do 28 mm ne spremeni veliko. Debelina srednjega sloja plošč z naraščajočo debelino plošč narašča.

V zunanjem sloju se uporablja iverje debeline od 0,1 do 0,3 mm, za srednji sloj pa iverje debeline med 0,4 in 0,8 mm. Iverje večje debeline in večjih dimenzij je manj stisljivo kot finejše iverje. Manjša stisljivost in iverje večjih dimenzij v srednjem sloju sta tudi glavna razloga za nižjo prostorninsko maso srednjega sloja. Razliko v prostorninski masi med srednjim in zunanjim slojem prikazujeta sliki 3 in 4.



Slika 3: Prostorninska masa slojev in skupna prostorninska masa plošč glede na debelino plošč.

Figure 3: Layers density and total density of boards regarding board thickness.

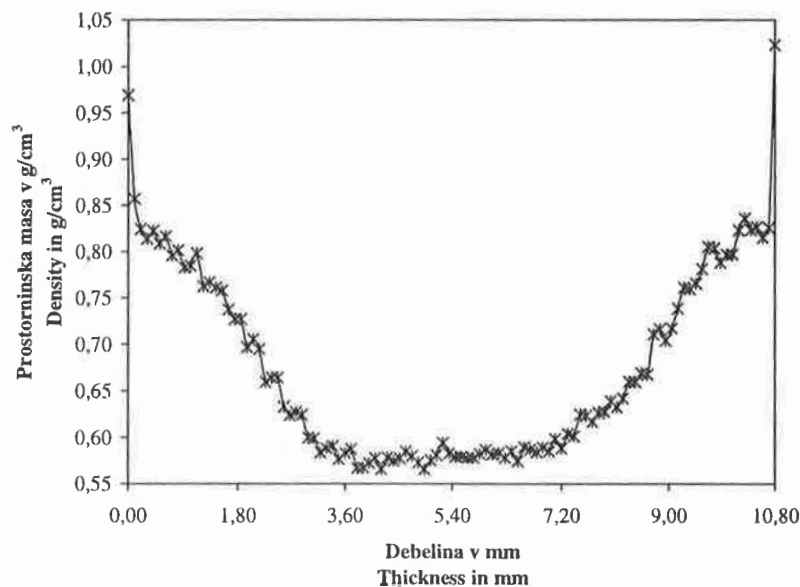


Slika 4: Odvisnost prostorninske mase posameznega sloja od celotne prostorninske mase plošč.

Figure 4: Relation between density of a layer and total board density.

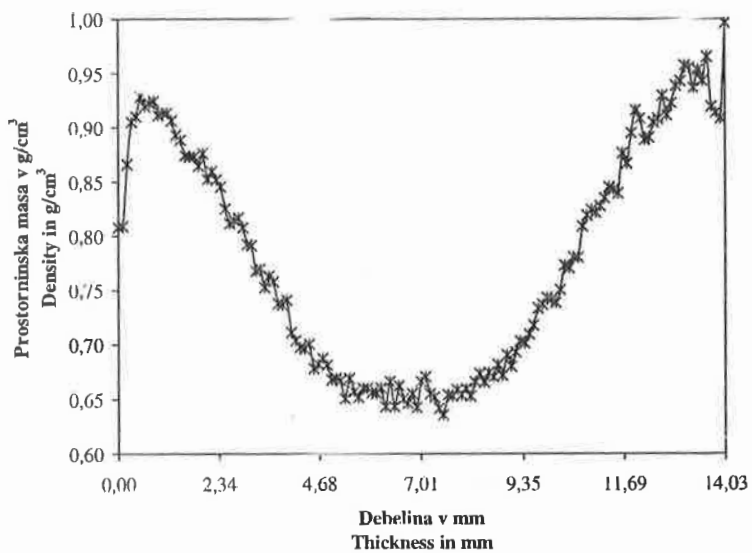
Na sliki 4 je vidna odvisnost prostorninske mase zunanega in srednjega sloja od celotne prostorninske mase plošč. Na sliki 3 pa kaže prostorninsko maso posameznega sloja in celotno prostorninsko maso plošč glede na povprečno debelino plošč. Slika 3 prikazuje, da na skupno prostorninsko maso v največji meri vpliva prav srednji sloj ivernih plošč, saj liniji potekata skoraj vzporedno. To razmerje je lepše vidno na sliki 4, kjer lahko opazimo, da je naraščanje povprečne prostorninske mase celotne plošče povezano z naraščanjem povprečne prostorninske mase srednjega sloja. Ta korelacija je še posebej izrazita pri ploščah debeline 13, 18 in 28 mm. Zunanji sloji teh plošč imajo prostorninsko maso približno $0,89 \text{ g/cm}^3$, medtem ko znaša celotna prostorninska masa plošč za debelino 13 mm $0,7775 \text{ g/cm}^3$, za debelino 18 mm $0,7275 \text{ g/cm}^3$ in za debelino 28 mm $0,6789 \text{ g/cm}^3$. Prostorninska masa srednjega sloja je pri plošči debeline 13 mm $0,6998 \text{ g/cm}^3$, pri plošči debeline 18 mm $0,6251 \text{ g/cm}^3$ in pri plošči debeline 28 mm $0,5770 \text{ g/cm}^3$.

Slike 5, 6, 7, 8, 9 in 10 kažejo profile prostorninskih mas, slike 11,12,13,14,15 in 16 pa profile prostorninskih mas srednjega sloja ivernih plošč.

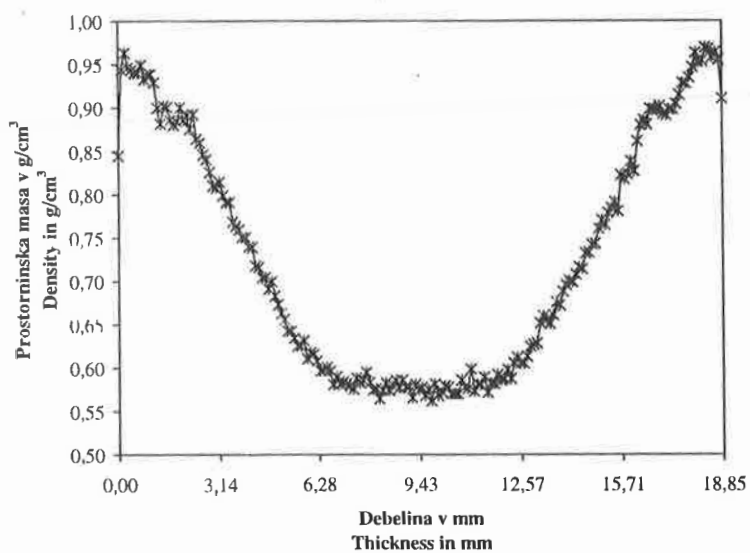


Slika 5: Presek prostorninskih mas iverne plošče debeline 10 mm.

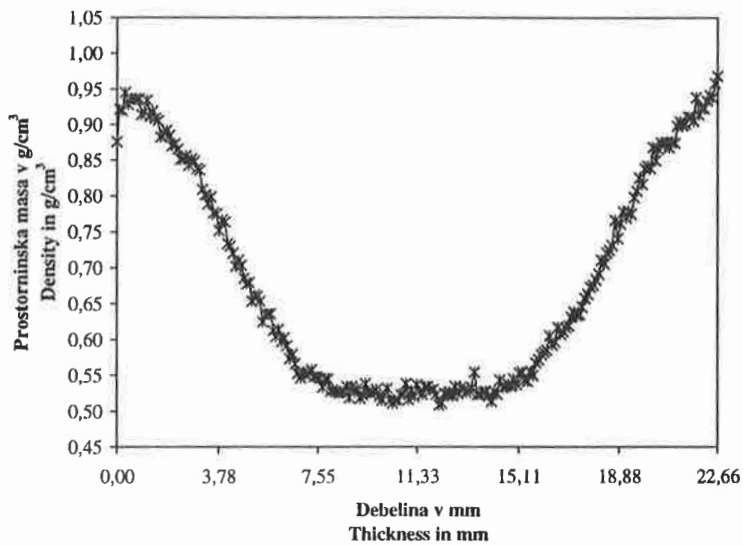
Figure 5: Density profil of a 10 mm thick particleboard.



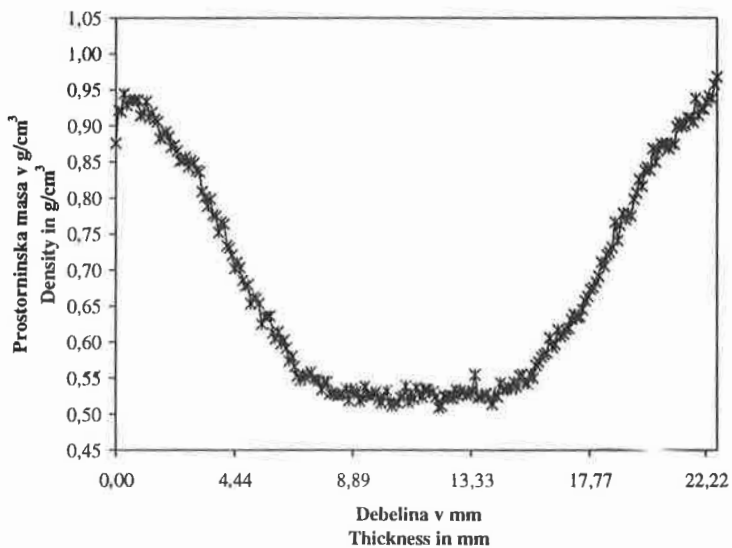
Slika 6: Presek prostorninskih mas iverne plošče debeline 13 mm.
Figure 6: Density profil of a 13 mm thick particleboard.



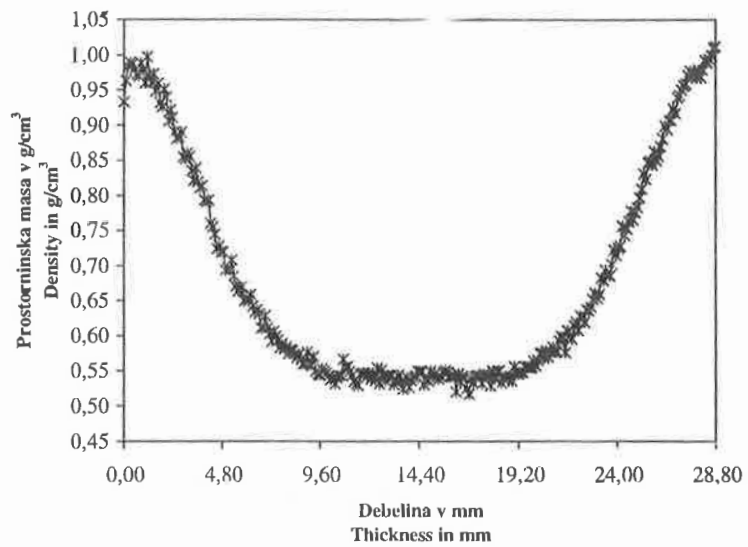
Slika 7: Presek prostorninskih mas iverne plošče debeline 18 mm.
Figure 7: Density profil of a 18 mm thick particleboard.



Slika 8: Presek prostorninskih mas iverne plošče debeline 22 mm.
 Figure 8: Density profil of a 22 mm thick particleboard.

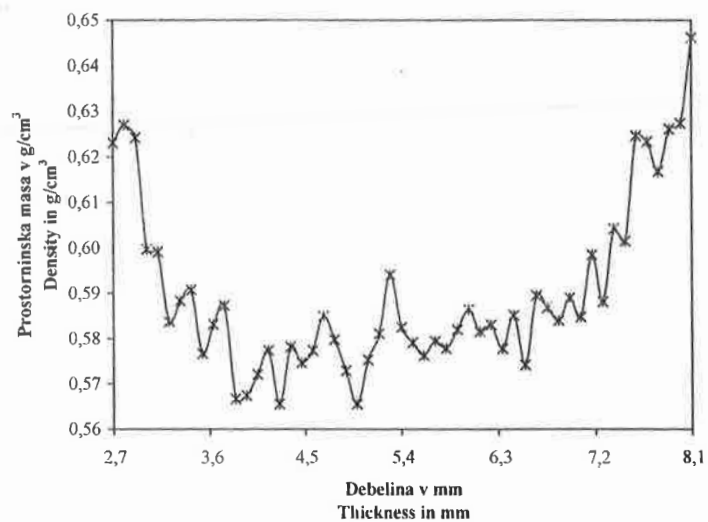


Slika 9: Presek prostorninskih mas iverne plošče debeline 25 mm.
 Figure 9: Density profil of a 25 mm thick particleboard.



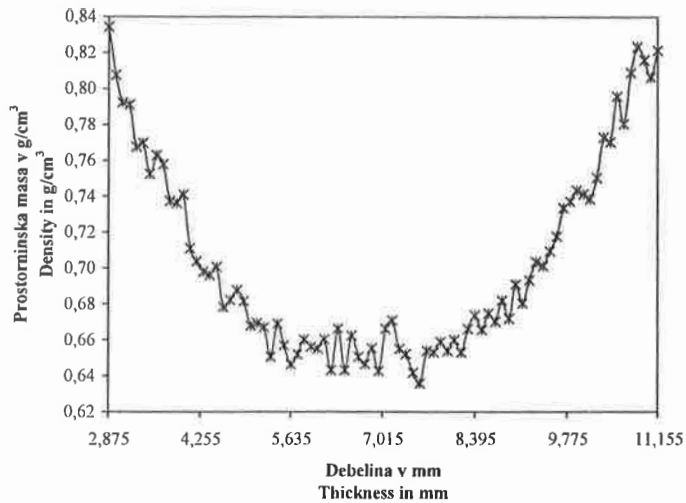
Slika 10: Presek prostorninskih mas srednjega sloja iverne plošče debeline 28 mm.

Figure 10: Density profil of a 28 mm thick particleboard.



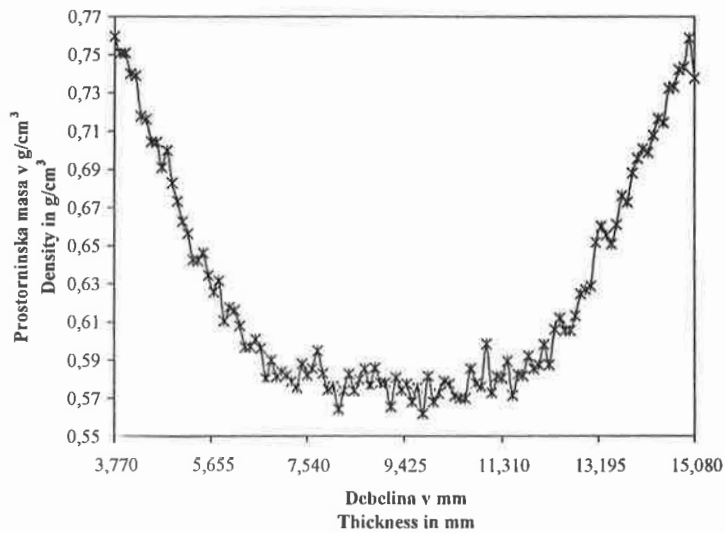
Slika 11: Presek prostorninskih mas srednjega sloja iverne plošče debeline 10 mm.

Figure 11: Density profil of the core layer of a 10 mm thick particleboard.



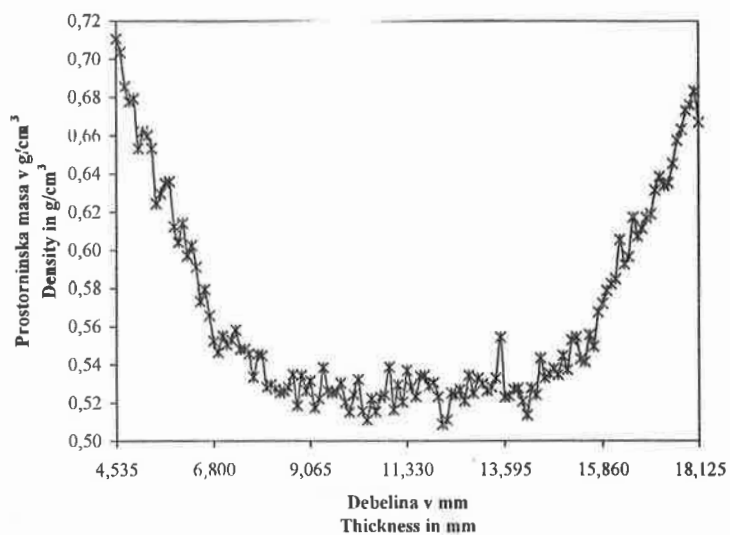
Slika 12: Presek prostorninskih mas srednjega sloja iverne plošče debeline 13 mm.

Figure 12: Density profil of the core layer of a 13 mm thick particleboard.



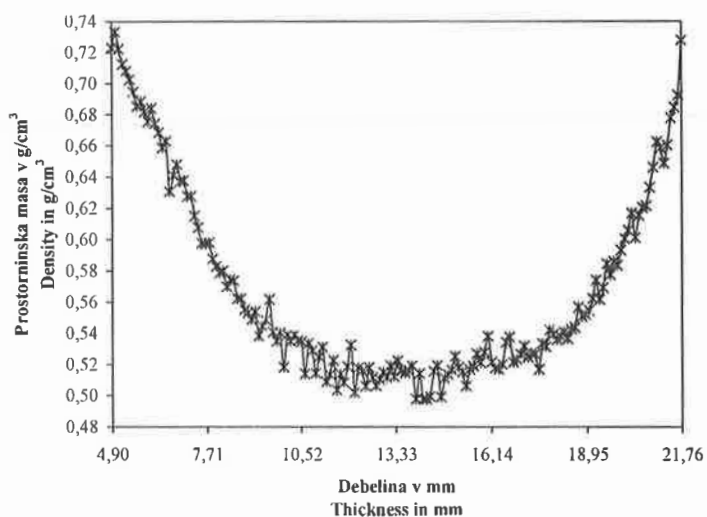
Slika 13: Presek prostorninskih mas srednjega sloja iverne plošče debeline 18 mm.

Figure 13: Density profil of the core layer of a 18 mm thick particleboard.



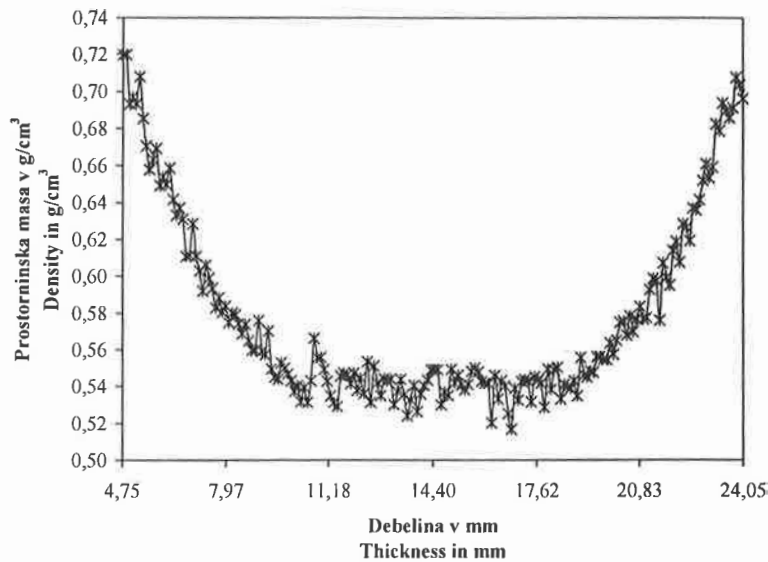
Slika 14: Presek prostorninskih mas srednjega sloja iverne plošče debeline 22 mm.

Figure 14: Density profil of the core layer of a 22 mm thick particleboard.



Slika 15: Presek prostorninskih mas srednjega sloja iverne plošče debeline 25 mm.

Figure 15: Density profil of the core layer of a 25 mm thick particleboard.



Slika 16: Presek prostorninskih mas srednjega sloja iverne plošče debeline 28 mm.

Figure 16: Density profil of the core layer of a 28 mm thick particleboard.

Najbolj enakomeren presek prostorninskih mas je pri ploščah debeline 10, 22, 25 in 28 mm, najmanj pa pri 13 mm debeli plošči.

Iz podatkov o celotni debelini plošč in debelini ter prostorninski masi posameznih slojev smo izračunali celotno prostorninsko maso plošč po naslednji enačbi:

$$\rho_i = \frac{\rho_{ss}(d - 2d_{zs}) + 2\rho_{zs}d_{zs}}{d},$$

kjer je ρ_i izračunana prostorninska masa, ρ_{zs} prostorninska masa zunanjega sloja, ρ_{ss} prostorninska masa srednjega sloja, d debelina plošče in d_{zs} debelina zunanjega sloja (MOSLEMI 1974). Primerjave so prikazane v preglednici 4.

Preglednica 4: Primerjava izračunane in dejanske vrednosti prostorninskih mas.

Table 4: Comparison of the calculated and actual value of the density.

d mm	ρ g/cm ³	ρ_i^{11} g/cm ³	Δ^{12} %
10,80	0,6721	0,6721	0
14,03	0,7775	0,7772	0,0415
18,85	0,7275	0,7276	0,0165
22,66	0,6785	0,6787	0,0347
26,66	0,6588	0,6584	0,0607
28,80	0,6789	0,6786	0,0442

Iz preglednice vidimo, da so prostorninske mase, ki smo jih izračunali, skoraj enake dejanskim prostorninskim masam plošč.

4 SKLEPI

1. Debelina srednjega sloja plošč narašča z naraščajočo debelino plošč. Debelina zunanjšega sloja narašča do debeline 25 mm, nakar rahlo pade, vendar naraščanje debeline zunanjšega sloja ni tako močno kot naraščanje debeline srednjega sloja. Debeline zunanjšega sloja se pri ploščah debeline 22, 25 in 28 mm zelo malo razlikujejo.
2. Povprečna prostorninska masa plošč od debeline 13 do 25 mm pada z naraščajočo debelino plošč. Medtem ko ima 10 mm debela plošča nižjo prostorninsko maso kot 13 mm debela plošča, pa ima 28 mm debela plošča višjo prostorninsko maso kot 25 mm debela plošča, kar ni v skladu z znanimi odvisnostmi.
3. Prostorninska masa srednjega sloja pomembno vpliva na celotno prostorninsko maso plošč.

¹¹ Izračunana prostorninska masa / Calculated density.

¹² Odstopanje izračunane vrednosti od dejanske vrednosti / Deviation of calculated value from the actual value.

4. Prostorninske mase, izračunane po formuli, so skoraj enake dejanski prostorninski masi.

5 CONCLUSIONS

1. The thickness of the core layer of particleboards increases with increasing board thickness. The thickness of surface layer increases up to a thickness of 25 mm, then it slightly decreases, yet the increasing of the surface layers thickness is not as that of the core layers thickness. The thicknesses of the surface board layer in particleboards of 22, 25 and 28 mm scatchely differ.
2. Mean density of particleboard of 13 to 25 mm decreases with increasin thickness of particleboards. While a particleboard of 10 mm has a lower density than that of 13 mm, a particleboard of 28 mm has higher density than a board of 25 mm, which is not in accordance with the known relations.
3. Density of the core layer has important influence on total density of particleboards.
4. Densities, whic were calculated according to the equation, are almost equal to the actual density.

6 VIRI

- LAUFENBERG, T. L., 1986. Using gamma radiation to measure density gradients in reconstitued wood products.- *Forest Products Journal*, 36, 2, s. 59-62.
- MOSLEMI, A. A., 1974. Particleboard. Volume 1: Materials.- USA, Southern Illinois University Press, s. 49-65, s. 128-129.
- MALONEY, M. T., 1977. Modern Particleboard & Dry - process fiberboard manufacturing.- USA, Miller Freeman Publications, s. 161-162, s. 179-182.
- OLSON, J. R. / ARGANBRIGHT, D. G., 1981. Prediction of mass attenuation coefficient of wood.- *Wood Science*, 14, 2, s. 86-90.

- PIRKMAIER, S. / BUDNAR, M., 1989. Prispevek k razvijanju sodobnejših metod merjenja profilov gostote nekaterih lesnih plošč pri nas.- Les, 40, 5-6, s. 137-140.
- STEINER, P. R., 1995. Influence of flake characteristic on horizontal density distribution of flakeboard.- Forest Products Journal, 45, 4, s. 61-66.
- SUO, S / BOWYER, J. L., 1994. Simulation modeling of particleboard density profile.- Wood and Fibre Science, 26, 3, s. 397-411.
- XU, W. / STEINER, P. R., 1995. A statistical characterization of the horizontal density distribution in flakeboard.- Wood and Fibre Science, 27, 2, s. 160-167.
- EN 323, 1993. Wood-based panels – Determination of density.- 7 s.