

UDK: 630*862.2

Originalni znanstveni članek (Original Scientific Paper)

Vpliv lesne vrste na hrapavost zunanjšega sloja in prostorninsko maso brušenih ivernih plošč

Influence of wood species on surface roughness and density of sanded particleboards

Sergej MEDVED*

Izvleček:

Na primeru smrekovine (*Picea abies* Karst.), bukovine (*Fagus silvatica* L.), hrastovine (*Quercus robur* L.) in topolovine (*Populus nigra* L.) je bil obravnavan vpliv lesne vrste na hrapavost zunanjšega sloja brušenih ivernih plošč. Brušenje s papirjem zrnatosti 100 je potekalo do točke maksimalne prostorninske mase. Za prikaz vpliva hrapavosti so bili uporabljeni parametri Ra, Rz in Rmaks (pojasnilo v tekstu). Hrapavost je bila najmanjša pri ploščah z zunanjim slojem iz iverja iz hrastovine in iz topolovine in največja pri uporabi iverja iz bukovine. Hrapavost površine po brušenju se je najbolj spremenila pri uporabi iverja iz hrastovine, najmanj pa pri uporabi iverja iz smrekovine. Po brušenju hrapavost površine pada s prostorninsko maso.

Ključne besede: iverna plošča, smreka (*Picea abies* Karst.), bukev (*Fagus silvatica* L.), hrast dob (*Quercus robur* L.), črni topol (*Populus nigra* L.), površinska hrapavost, brušenje, gostotni profil

Abstract:

*On the example of spruce (*Picea abies* Karst.), beech (*Fagus silvatica* L.), oak (*Quercus robur* L.) and poplar (*Populus nigra* L.) influence of wood species on surface roughness of sanded particleboards had been discussed. Samples were sanded with sanding belt grid size 100 until reached the point of maximum density. For describing the influence of surface roughness, parameters Ra, Rz and Rmax were used. The lowest surface roughness was found in the board whose surface layer was consisted of oak and poplar particles, the maximum surface roughness was found in the board whose surface layer was consisted of beech particles. Surface roughness was changed the most when we used particles from oak and the least when we used particles from spruce. After sanding surface roughness decreased with density.*

Keywords: particleboard, spruce (*Picea abies* Karst.), beech (*Fagus silvatica* L.), oak (*Quercus robur* L.), poplar (*Populus nigra* L.), surface roughness, sanding, density profile

1. UVOD IN POSTAVITEV PROBLEMA

Delo je nadaljevanje dela, objavljene v reviji Les (Medved S. Pirkmaier S. in V. Mihevc, 1997 (10)). Namen raziskave je bil preučiti zvezo med hrapavostjo nebrušene površine iverne plošče in gostoto ter botanično sestavo iverja v zunanjem sloju. Zlasti nas je zanimalo, ali se hrapavost glede na uporabljeno drevesno vrsto po brušenju spremeni.

2. MATERIAL IN METODA

Za zunanji sloj je bilo uporabljeno iverje naslednjih lesnih vrst po variantah:

- * smrekovina (*Picea abies* Karst.),
- * bukovina (*Fagus silvatica* L.),
- * hrastovina (*Quercus robur* L.) in
- * topolovina (*Populus nigra* L.).

Za srednji sloj je bilo uporabljeno iverje iz proizvodnega procesa. Iverje iz proizvodnega procesa je bilo uporabljeno v celoti pri plošči V₁, je bila za primerjavo z drugimi ploščami.

Iverje je bilo oblepljeno z urea-formaldehidnim lepilom, ki mu je bila dodana 60 % parafinska emulzija in 20 % raztopina amonijevega klorida (samo v lepilno mešanico za srednji sloj). Faktor oblepljanja v zunanjem sloju je bil 11,5 %, v srednjem pa 7,5 %.

Plošče so bile stisnjene v laboratorijski stiskalnici pri temperaturi 180 °C in specifičnem tlaku 3,08 N/mm². Po klimatiziranju so bile po shemi (Medved S., Pirkmaier S., V. Mihevc, 1997 (10)) iz plošče odvzeti preizkusni vzorci dimenzij 370x50 mm.

* Asist. dipl. ing. les. Biotehniška fakulteta, Oddelek za lesarstvo, Rožna dolina, Cesta VIII/34, 1000 Ljubljana

Cilj brušenja v proizvodnem procesu je izenačitev debeline v ploščah in med ploščami kot tudi odstranitev vrhnjega dela zunanjih slojev in približevanje točki maksimalne prostorninske mase. Točko maksimalne prostorninske mase in z njo tudi njena oddaljenost od površine se lahko ugotovimo z ugotovitvijo porazdelitve prostorninske mase po prerezu plošče. Meritve porazdelitve prostorninske mase po prerezu je bila opravljena na vzorcih dimenzij 50x50 mm z merilnikom gostotnih profilov MGP-201. Merilnik je nastal kot rezultat raziskovalne naloge, v kateri sta poleg Oddelka za lesarstva sodelovala še Inštitut Jožef Stefan in podjetje AMES. Na sl. 1 je prikazana shema merilnika, podrobnejši princip delovanja pa so opisali Pirkmaier in Budnar (1989) ter Medved, Pirkmaier in Mihevc (1997).

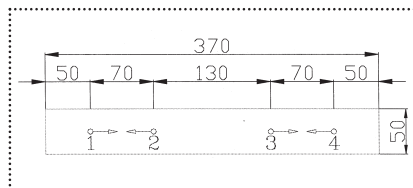
Vzorci so bili nato, približno do točke maksimalne prostorninske mase, odbrušeni na napravi za natančno brušenje vzorcev. Naprava je lastne kon-

strukcije in sestoji iz električnega ročnega brusilnika in dvigalne mize (slika 2).

Naprava deluje tako, da vzorce širine 50 mm in maksimalne dolžine do 500 mm pritrdimo na dvigalno mizo, ki se z dvema vijakoma lahko dviga ali spušča, odvisno od želene debeline brušenja. Brusimo lahko v koraku 0,1 mm, kar je tudi minimalna debelina brušenja. Brušenje je bilo izvedeno z brusnim papirjem zrnatosti 100. Brusni trak je bil zamenjan po vsaki zamenjavi strani vzorca (spodnja stran, zgornja stran) in po vsaki zamenjavi vzorca. Pogosta zamenjava brusnega traku je potrebna zaradi izenačitve pogojev brušenja za vsak vzorec in vsako stran brušenja. Hrapavost plošč pada z naraščajočo obrabljenostjo traku (Rajković-Jirouš, V. 1993), razen v primeru navlaževanja površine vzorcev z vodo. Pri nenavlaženih vzorcih je bil pri bolj obrabljenih papirjih dosežen efekt glajenja površine. Pri vlaženih vzorcih odstranjevanje vlaken dosežemo samo, če so zrnca neobrabljena. Pri obrabljenih zrnih se

vlakna samo pogladijo na površino ali celo iztrgajo iz površine.

Hrapavost je bila merjena v štirih točkah, ki so bile od roba vzorca oddaljene 50, 120, 250 in 320 mm, kot je prikazano na sl. 3.



Slika 3. Merilne točke in smer merjenja hrapavosti

Smer merjenja hrapavosti je bila izvedena v isti smeri kot na nebrušenih vzorcih z merilnikom Mitutoyo SurfTest. Osnovni princip delovanja je horizontalno in vertikalno potovanje tipala po površini, ki jo testiramo. Nihanja tipala se vodijo v registrator ali pa v analizator profila, ali pa v oboje hkrati.

Za prikaz hrapavosti površine so bili uporabljeni trije parametri: Ra, Rz in Rmaks.

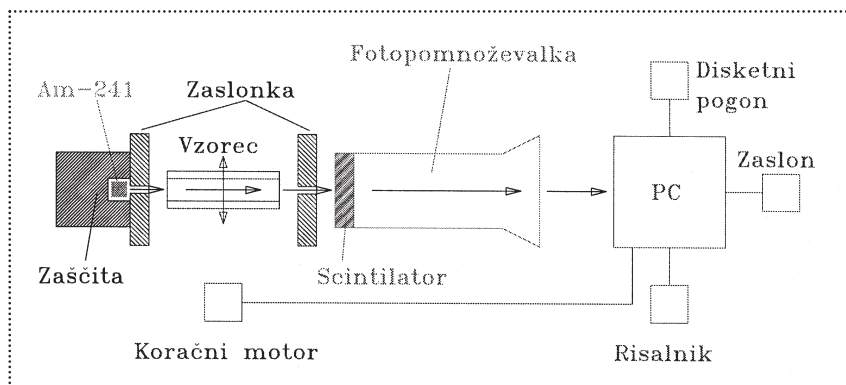
Ra je aritmetična sredina absolutnih vrednosti odstopanja profila od srednje vrednosti znotraj poti merjenja l_m in je podana z enačbo:

$$Ra = \frac{1}{l_m} \int_0^{l_m} |f(x) - \bar{f}| dx$$

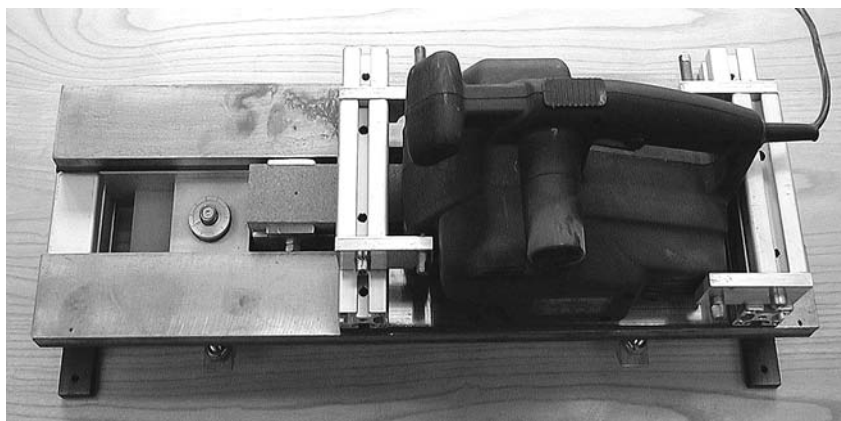
Naprava vse vrednosti prezrcali nad aritmetično sredino, tako da so tudi doline vidne kot vrhovi. Tako definiran parameter ne daje prave slike o karakteristiki profila. Ta parameter ne označuje globine hrapavosti, ampak samo aritmetično sredino odstopanj profila od srednje vrednosti, pri čemer ne dobimo nobene informacije o obliki in nepravilnosti profila. Parameter Ra zaradi tega ni najbolj primeren za prikazovanje hrapavosti površine. Pri popolnoma različnih Rmaks lahko dobimo enake vrednosti za parameter Ra.

Rz je aritmetična sredina maksimalnih razdalj med vrhovi in dolinami na petih odsekih:

$$Rz = \frac{(Z_1 + Z_2 + Z_3 + Z_4 + Z_5)}{5}$$



Slika 1. Shema merilnika za merjenje porazdelitve prostorninskih mas



Slika 2. Naprava za natančno brušenje epruvet

Na celotni dolžini l_m za posamezno "cut-off" dolžino določimo maksimalno amplitudo. Iz petih izmerjenih amplitud nato izračunamo povprečna vrednost. Parameter R_z je tudi srednja višina neravnine.

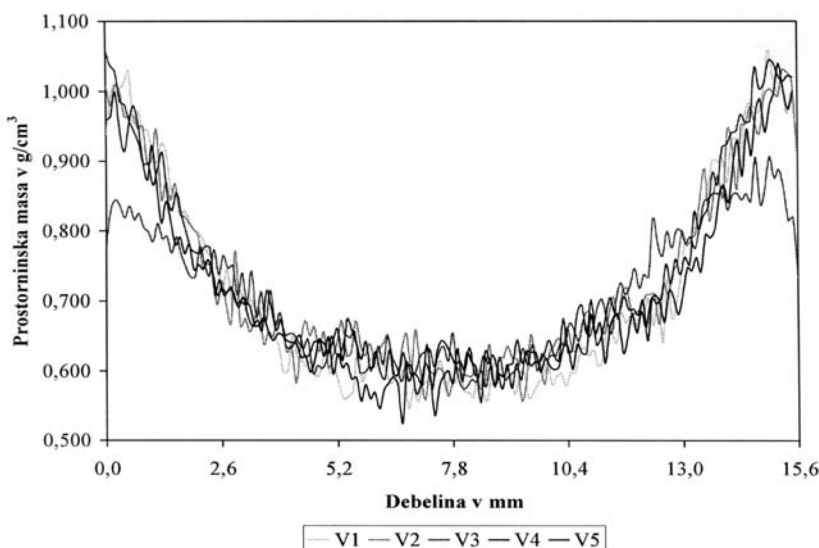
R_{maks} je razlika med najvišjim vrhom in najnižjo dolino na merjeni površini (na izmerjeni poti). Parameter R_{maks} je največjo višino neravnine.

REZULTATI IN DISKUSIJA

Profil porazdelitve prostorninske mase po prerezu se pri vseh variantah začne z nizko prostorninsko maso na robovih plošč, nakar prostorninska masa narašča do točke maksimalne prostorninske mase (sl. 3). Povečevanje prostorninske mase na robovih plošč do točke maksimalne prostorninske mase nastane zaradi utrjevanja ureaformaldehidnega lepila, preden je stiskalnica popolnoma zaprta. Od točke maksimalne prostorninske mase proti sredini se prostorninska masa proti sredini zmanjšuje. Vzrok je uporaba bolj grobega iverja v srednjem sloju.

Točka maksimalne prostorninske mase je pri vseh variantah, tako na spodnji kot na zgornji strani plošče, odmaknjena od površine za 0,6 mm.

Na napravi za natančno brušenje vzorcev so bile vzorci na vsaki strani



Slika 5. Porazdelitev prostorninske mase po prerezu brušenih epruvet

odbrušeni za 0,6 mm (skupaj 1,2 mm) v koraku 0,1 mm. V preglednici 1 so prikazane debeline nebrušenih in brušenih vzorcev.

Preglednica 1. Debeline epruvet pred in po brušenju po variantah

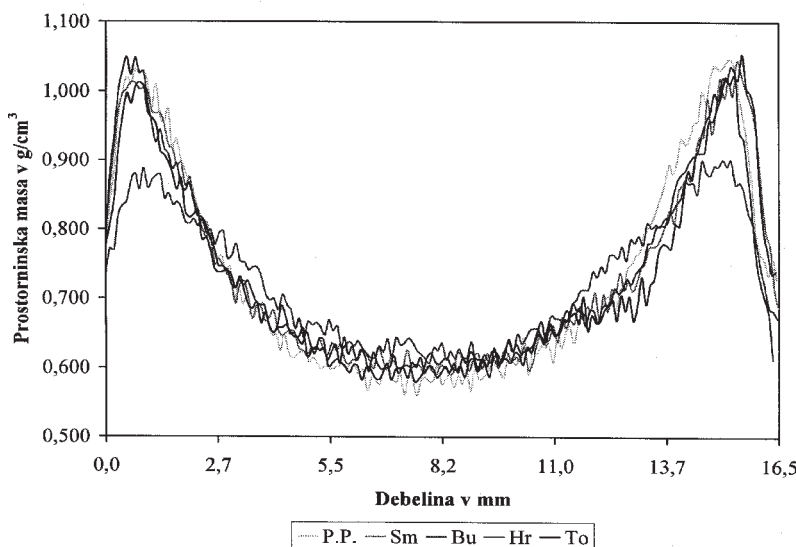
Varianta	Pred brušenjem mm	Po brušenju mm
V ₁	16,68	15,56
V ₂	16,76	15,56
V ₃	16,79	15,58
V ₄	16,56	15,47
V ₅	16,72	15,48

Iz podatkov o debelinah brušenih plošč sledi, da je na površini brušenih plošč prostorninska masa najvišja. Na sl. 5 so prikazani profili porazdelitve prostorninske mase po prerezu, kjer se vidi, da je bilo dejansko odbrušeno le sloj do maksimalne prostorninske mase. Do odstopanja je prišlo le na zgornji strani plošče, ki je imela zunanji sloj iz bukovine. Na zgornji strani te plošče bi bilo treba glede na te podatke odbrusiti še dodatnih 0,3 mm, kar pa bi bilo v nasprotju s prej ugotovljenim (sl. 6) odmikom maksimalne prostorninske mase od površine.

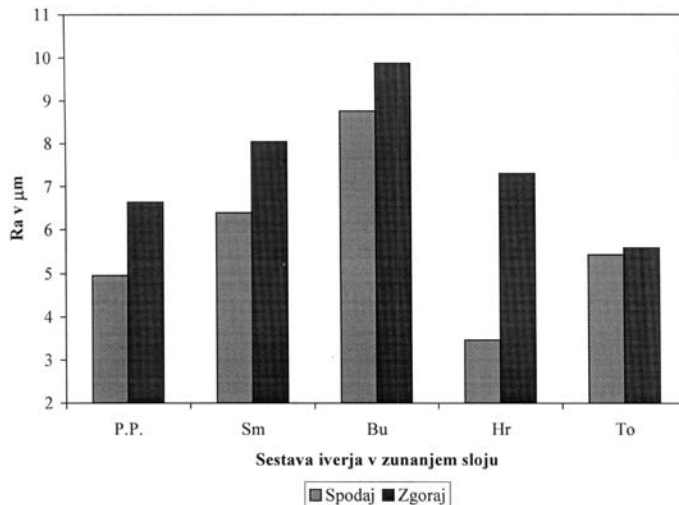
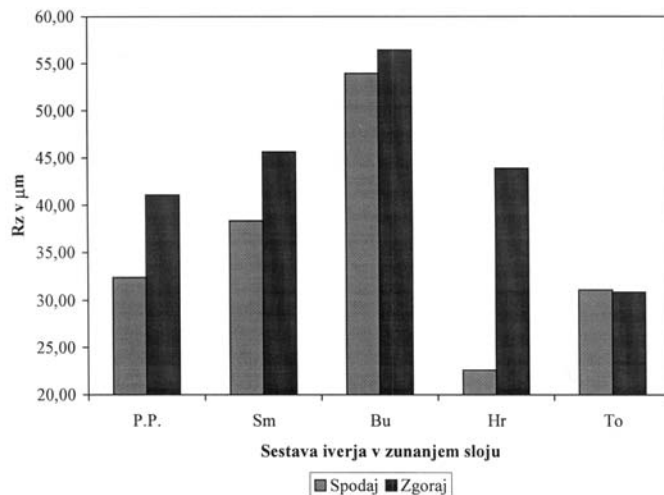
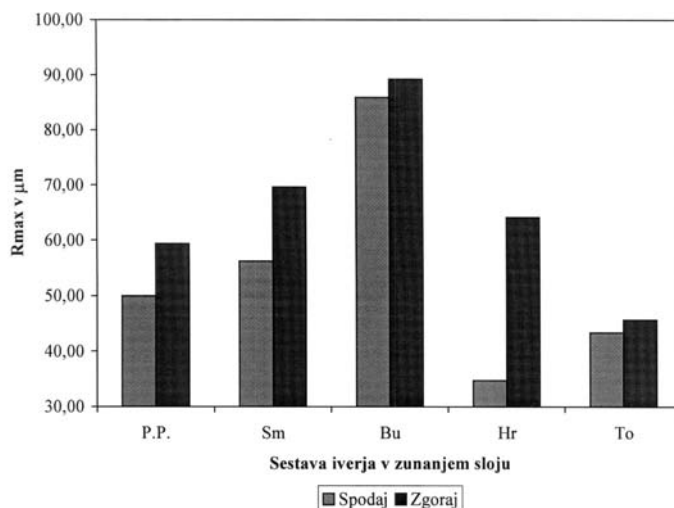
Čeprav je mogoče sklepati, da bo zaradi premajhnega odbruska na zgornjem sloju plošče, izdelane iz iverja buke, prišlo do višje hrapavosti pa podatki kažejo prav nasprotno. Razlike v hrapavosti med zgornjo in spodnjo stranjo so pri tej varianti najmanjše, (preglednica 2, sl. 5, 6 in 7).

Preglednica 2. Hrapavost brušenih plošč po variantah

Varianta	Ra		Rz		Rmaks	
	Zgoraj	Spodaj	Zgoraj	Spodaj	Zgoraj	Spodaj
μm						
V ₁	6,63	4,96	41,08	32,43	59,36	50,00
V ₂	8,05	6,38	45,63	38,38	69,61	56,16
V ₃	9,87	8,77	56,45	53,95	89,29	85,95
V ₄	7,30	3,46	43,90	22,60	64,11	34,73
V ₅	5,57	5,42	30,89	31,11	45,74	43,41



Slika 4: Porazdelitev prostorninskih mas po prerezu nebrušenih plošč

Slika 6. R_a , odvisen od sestave iverja v zunanjem sloju pri brušenih vzorcihSlika 7. R_z , odvisen od sestave iverja v zunanjem sloju pri brušenih vzorcihSlika 8. R_{max} , odvisen od sestave iverja v zunanjem sloju pri brušenih vzorcih

Pri vseh variantah je opazno močno izboljšanje gladkosti površine, kar je tudi cilj brušenja. Primerjava podatkov o hrapavosti nebrušenih in brušenih plošč kaže največje spremembe površine pri uporabi iverja hrastovine, najmanjše pa pri uporabi iverja smrekovine (pregl. 3).

Preglednica 3: Sprememba hrapavosti površine

Varianta	Sprememba (%)
V_1	46,82
V_2	27,82
V_3	31,04
V_4	55,46
V_5	42,40

Gladkost površine je bila pri uporabi bukovega iverja izboljšana bolj kot pri uporabi smrekovega iverja, vendar je bila hrapavost vseeno veliko večja (sl. 4, 5 in 6).

Največja razlika med zgornjim in spodnjim zunanjim slojem je bila pri uporabi iverja iz hrastovine, najmanjša pa pri uporabi iverja iz topolovine in bukovine. Tudi pri brušenih ploščah je bila hrapavost spodnjega sloja nižja od hrapavosti zgornjega sloja. Premikanje finega iverja v smeri proti spodnjemu zunanjemu sloju in podlagi za natres iverja (Medved, Pirkmaier in Mihevc, 1997) opazimo tudi pri brušenih ploščah. Med natresanjem in prenosom pogače do stiskalnice finejšje iverje pada proti dnu. To padanje pa je možno zaradi praznih prostorov, ki nastanejo med natresanjem. Zaradi zapolnitve praznih prostorov v spodnjem zunanjem sloju je ta površina tudi manj hrapava v primerjavi z zgornjim zunanjim slojem. Ker ima spodnja stran večjo količino finega iverja, je le-ta bolj zaprta in tudi bolj gladka in ima višjo prostorninsko maso v prvi desetinki mm debeline.

Kljub temu da imata absolutno suha bukovina in hrastovina približno enako prostorninsko maso (680 oz. 650 kg/m^3), je bila hrapavost pri uporabi hrasta veliko manjša kot pri uporabi iverja bukovine. Čeprav imata obe lesni vrsti približno enako stisljivost, ima

plošča, izdelana iz iverja bukovine, nižjo maksimalno prostorninsko maso od plošče, izdelane iz iverja hrastovine. Nasprotno pa sta pri uporabi iverja hrastovine profil in maksimalna prostorninska masa približno enaka kot pri uporabi bolj stisljivih lesnih vrst, kot sta na primer topol in smreka.

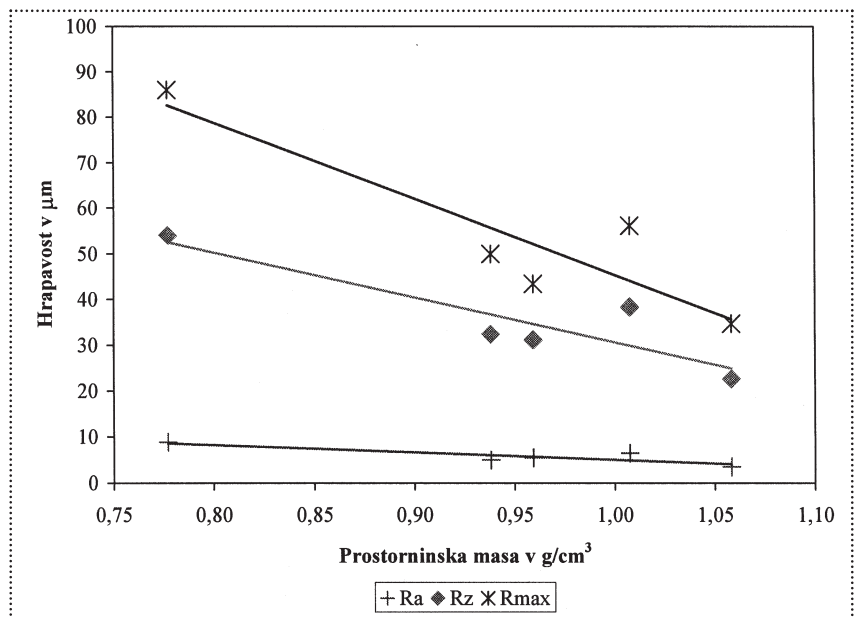
Za ugotavljanje vpliva prostorninske mase na hrapavost površine je bil uporabljen prvi (spodnja stran plošče) in zadnji (zgornja stran plošče) odsek meritve, saj v nobenem primeru $R_{\max}$ ni bil večji od 0,1 mm, kolikor znaša korak merjenja porazdelitve prostorninske mase po prerezu. Prostorninski masi prvega in zadnjega odseka sta prikazani v preglednici 4, korelacije med prostorninsko maso površine in hrapavostjo pa na sl. 9 in 10.

Preglednica 4. Prostorninska masa prvega in zadnjega odseka

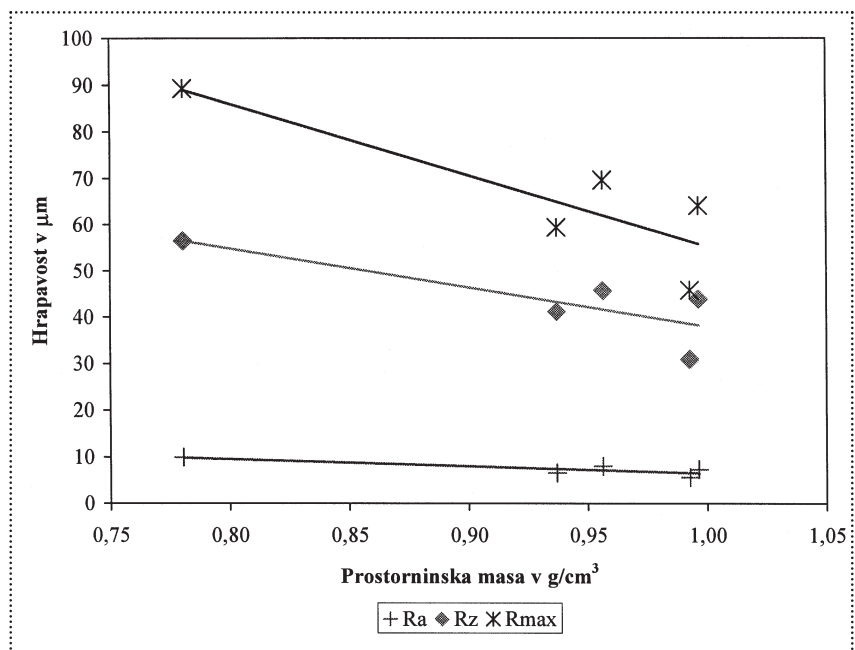
Varianta	Spodaj g/cm ³	Zgoraj g/cm ³
V ₁	0,938	0,937
V ₂	1,008	0,956
V ₃	0,777	0,781
V ₄	1,058	0,997
V ₅	0,959	0,993

Največja razlika v prostorninski masi prvega in zadnjega odseka je pri varianti V₄ (hrastovina), zato je pri tej varianti tako velika razlika med hrapavostjo spodnje in zgornje površine. Najmanjša razlika je pri varianti V₃ (bukovina) in V₅ (topolovina), kjer so tudi razlike v hrapavosti minimalne. V obeh primerih je prostorninska masa zadnjega odseka (zgornji zunanji sloj) celo nekoliko višja, kot je pri prvem odseku (spodnji zunanji sloj).

Hrapavost brušenih plošč odvisna od prostorninske mase prvega in zadnjega odseka plošč, saj z naraščajočo prostorninsko maso prvega in zadnjega odseka hrapavost pada, kar je prikazano na sl. 9 in 10. Z večanjem prostorninske mase prvega in zadnjega odseka se namreč večja zaprtost površine, kar pa je povezano tudi s stisljivostjo



Slika 9. Odnosnost hrapavosti spodnjega zunanjega sloja od prostorninske mase prvega odseka



Slika 10. Odnosnost hrapavosti zgornjega zunanjega sloja od prostorninske mase zadnjega odseka

iverja. Pri bolj stisljivih lesnih vrstah (topolovina, smrekovina) je bila hrapavost nizka. Hrapavost je bila nizka tudi pri uporabi hrastovine, kjer je bila kljub slabi stisljivosti iverja, prostorninska masa prvega in zadnjega odseka zelo visoka. Če primerjamo iverje po varianti, kjer je bilo v zunanjem sloju uporabljeno iverje bukovine in hrastovine, je kljub enaki masi natresanja natresena pogača debelejša kot pa pri uporabi iverja bukke.

4. SKLEPI

1. Z brušenjem dosežemo nižjo hrapavost površine plošče. Hrapavost se zmanjša za 20 in 60 %, odvisno od uporabljene lesne vrste v zunanjem sloju. Zmanjša se tudi razlika v hrapavosti površine plošče med spodnjim in zgornjim zunanjim slojem. Velika razlika je bila zaznana samo pri uporabi iverja hrastovine, kjer pa je bila tudi velika

razlika v prostorninski masi prvega in zadnjega odseka.

2. Glede na hrapavost površine po brušenju je za uporabo najbolj neugodno iverje bukovine, najbolj ugodno pa iverje topolovine in hrastovine. Tako pri uporabi hrastovine kot pri uporabi topolovine je bila prostorninsko maso zgornje in spodnje površine visoka. Zaradi visoke prostorninske mase je površina bolj zaprta in tako tudi bolj gladka. Hrastovina in topolovina pa sta ugodna še posebej zato, ker je bila pri uporabi teh dveh drevesnih vrst površina tako nebrušenih kot brušenih plošč najbolj gladka, še posebej pri topolovini. Pri topolovini namreč razlika med spodnjo in zgornjo površino ni bila tako velika kot pri hrastu.
3. Hrapavost površine je odvisna od prostorninske mase. Z naraščanjem prostorninske mase prvega in zadnjega odseka hrapavost pada, saj je pri višji prostorninski masi prvega in zadnjega odseka površina bolj zaprta. Večja prostorninska masa se praviloma doseže z uporabo bolj stisljivih lesnih vrst ali pa z večjo količino manj stisljive lesne vrste.
4. Tudi pri brušenju pride do izraza razlika med hrapavostjo spodnje in zgornje površine zaradi različne podlage natresanja iverja. Med natresanjem in prenosom pogače do stiskalnice fineše iverje pada proti dnu. To padanje je možno zaradi praznih prostorov, ki nastanejo med natresanjem. Zaradi zapolnitve praznih prostorov na spodnjem zunanem sloju je ta površina tudi manj hrapava v primerjavi z zgornjim zunanjim slojem. Ker ima spodnja stran večjo količino finega iverja, je ta stran bolj zaprta in tudi bolj gladka in ima višjo prostorninsko maso v prvih dveh desetinkah mm debeline.

5. LITERATURA

1. Devantier, B., Niemz, P. Untersuchungen zur Ermittlung stroktureller Einflüsse auf die Oberflächenunruhe von Spanplatten. Holz als Roh- und Werkstoff, 47 (1989) 1, s. 21-26
2. Iskra, E. Vpliv časa kondicioniranja in zrnatosti uporabljenih brusnih papirjev na hrapavost površine MDF vlaknene plošče, Diplomski naloga, Ljubljana, BF, Oddelek za lesarstvo, 1995, 105 s.
3. Jaič, M., Seruč, R. Raziskave na področju kvalitete površine lesnih plošč. Les, (1989) 9/10, s. 257-261
4. Lenič, J. Hrapavost kot parameter površine surovih in oplemenitenih lesnih plošč. Les, (1977) 9/10, s. 175-182
5. Manev, T. Utjecaj brušenja na hrapavost močenih i lakiranih površina. Drvna industrija, 43 (1992) 3, s. 92-99
6. Medved, S., Pirkmaier, S., Mihevc, V. Vpliv uporabljenih drevesnih vrst na hrapavost površine ivernih plošč. Les, 49(1997)10, s. 285-291
7. Neusser, H., Krames, U., Haidinger, K., Serentschy, W. Der Spancharacter und sein Einfluß auf die Deckschichtqualität von Spanplatten, Holzforschung und Holzverwertung, (1969)4, 14 s.
8. Niemz, P. / Bauer, S. Beziehungen zwischen Stroktur und Eigenschaften von Spanplatten. Holzforshungen und Holzverwertung, (1990)5, s. 89-93
9. Pirkmaier, S., Budnar, M. Prispevek k razvijanju sodobnejših metod merjenja profilov gostote nekih lesnih plošč pri nas. Les (1989) 5/6, s. 137-140
10. Plath, E., Schrutzler, E. Das Rohdichteprofil als Beurteilungsmerkmal von Splanplatten, Holz als Roh- und Werkstoff, 32 (1974), s. 443-449
11. Rajković-Jirouš, V. Ispitivanje kvalitete brušenih površina. Drvna industrija, 42 (1991) 1/2, s. 3-15
12. Rajković-Jirouš, V. Utjecaj granulacija i smjera brušenja na hrapavost brušenih površina. Drvna industrija, 43 (1992) 2, s. 47-53
13. Rajković-Jirouš, V. Utjecaj zatupljenosti brusne trake na hrapavost brušenih površina. Drvna industrija, 44 (1993) 2, s. 47-51
14. Urbanik, E. Neuer statistischer Beurteilungsmaßstab der Obertflächenqualität von Spanplatten. Holztechnologie 28 (1987) 6, s. 298-301

Vzorčne montažne (gotove) hiše v Ljubljani



Podpisniki podpisujejo pogodbo o postavitvi vzorčnih montažnih hiš poleg Gradbenega centra Slovenije

Gradbeni center Slovenije je meseca marca podpisal z Marlesom iz Maribora, Jelovico iz Škofje Loke in Lumarjem iz Gomilskega pogodbo o postavitvi treh vzorčnih hiš na severni strani, poleg Gradbenega centra. Vzorčne hiše, ki bodo v celoti opremljene kot hiše za vselitev, bodo na vpogled vsem zainteresentom kot bodočim kupcem. Na istem prostoru je predvidena lokacija še za štiri vzorčne hiše.

C.M.