

Vladimir Jambreko*vić*, Mladen Brezovi*ć*, Vladimir Bru*ći*

Međuo*visnost* fizikalnih svojstava ploča iverica tipa V20 izrađeni*h* s različitim vrstama i količinama hidrofobnih sredstava

Correlation between physical properties of V 20 particle boards made with different kinds and quantities of hydrophobic additives

Izvorni znanstveni rad - Original scientific paper

Prispjelo - received: 08. 06. 1998. • Prihvaćeno - accepted: 17. 06. 1998.

*UDK 630*862.2*

SAŽETAK • U ovom radu obrađena je problematika bubrenja i upijanja vode ploča iverica kao kompozitnih materijala građenih od drvnog iverja i kemijskih komponenata za koje ne vrijede zakonitosti što karakteriziraju masivno drvo.

Do sada su na tom području objavljena brojna značajna istraživanja, ali su zakonitosti ovisnosti navedenih činitelja doživljavale i doživljavaju neprestane promjene zbog neprestanih promjena kakvoće drvene sirovine, promjena karbamid-formaldehidnih smola uvjetovanih smanjenjem emisije formaldehida i uvođenjem novih vrsta hidrofobnih sredstava.

Bubrenje i upijanje vode istraživano je u laboratorijski izrađenim troslojnim pločama ivericama tipa V 20 od iverja različitih vrsta drva, vrlo visokog udjela tvrdih vrsta drva kao nepovoljne sirovine.

Kao veziva rabljene su karbamid-formaldehidne smole vrlo niskog molnog odnosa karbamid:formaldehid (1:1,2) s minimalnim sadržajem slobodnog formaldehida, a kao hidrofobna sredstva parafinske emulzije i to 33%-tne (proizvedene u tvornici ploča iverica) i 66%-tne (proizvedene u petrokemijskoj industriji).

Izrađeno je devet serija eksperimentalnih laboratorijskih ploča iverica i to ploče bez dodatka

Autori su asistenti i profesor na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu
Authors are assistants and a professor at the Faculty of forestry of the Zagreb University.

parafinske emulzije, ploče s 0,3; 0,6; 0,9; i 1,2%-tnim dodatkom 33%-tne parafinske emulzije i ploče s 0,3; 0,6; 0,9; i 1,2%-tnim dodatkom 66%-tne parafinske emulzije.

Analizom statistički obrađenih rezultata ispitivanja dobiveni su sljedeći zaključci.

- Ovisnost bubrenja o gustoći za ploče bez parafina može se prikazati pozitivnom linearnom regresijom, ovisnost upijanja vode o gustoći negativnom linearnom regresijom a ovisnost bubrenja o upijanju vode nije moguće prikazati kao linearnu regresiju.

- U ploča s 33%-tnom parafinskom emulzijom ovisnost bubrenja i gustoće nije vidljiva, a ovisnost upijanja vode i gustoće je linearna.

- U ploča s 66%-tnom parafinskom emulzijom između upijanja vode i gustoće vidljiva je negativna linearna regresija.

- Na prikazu aritmetičkih sredina svih pojedinačnih serija ploča vidljiva je pozitivna linearna regresija između bubrenja i upijanja vode

Gljučne riječi: bubrenje, upijanje vode, gustoća, parafinske emulzije, iverice V 20, karbamid-formaldehidne smole.

SUMMARY • In this research problems related to the swelling and water adsorption of particle boards were examined. Wood panels are composite material made from wood chips and chemical components, and have different properties when compared to solid wood. Numerous important investigations have been carried out until nowadays in this field, but the relationship and dependence between the mentioned factors have changed and are still changing because of the continuous decline in raw wood quality, application of new carbamide-formaldehyde resins (influenced by the reduction in formaldehyde emission), and introduction of new hydrophobic materials.

Swelling and water adsorption were investigated in experimental three-layer V20 type particle boards made in the laboratory, using different wood species with a high share of hardwoods as a material with poorer properties for boards production.

Carbamide-formaldehyde resins with very low molarity ratio carbamide-formaldehyde (1 to 1,2) and with a minimal share of free formaldehyde were used. Paraffin emulsions of 33% and 66 % concentration were used as a hydrophobic material (one produced in a particle boards factory and the other in the petrochemical industry).

Nine series of particle boards were produced: boards without paraffin emulsion, with addition of 0.3; 0.6; 0.9 and 1.2 % of 33 % paraffin emulsion, and with addition of 0.3; 0.6; 0.9 and 1.2 % of 66 % paraffin emulsion.

30 samples were sawn from each series, and they were used for the determination of density, swelling and water adsorption. All the samples were made of the same mixture of wood chips, so that the density differences were caused by a higher or lower porosity of the test boards (low precision of dosing and mat formation).

The aim and purpose of the particle board samples testing were to determine the correlation between swelling and density, water adsorption and density, swelling and water adsorption for the nine series of samples having a different share of the paraffin emulsion.

The correlation between the swelling and particle board density (boards without paraffin) has a positive linear regression trend, and the correlation of water adsorption and density has a negative linear regression trend.

There was no linear regression determined between the swelling and water adsorption.

Particle boards having 33 % paraffin emulsion concentration did not show any correlation between the swelling and density, but the correlation between the water adsorption and density was determined to be linear with a negative inclination and a linear regression trend. The correlation coefficient was small until an optimal additive quantity was added, and after that point the correlation coefficient become higher.

The particle board having paraffin emulsion of 66 % concentration, showed negative linear regression trend with a steep slope of regression straight line and a changing coefficient of correlation.

The particle board having paraffin emulsion of 33 % concentration exhibited a low correlation between the swelling and water adsorption when the additive share was 0.6 %, with the additive proportion of 0.9 % the correlation was obvious, and with 1.2 %. The correlation was very good.

Particle board having paraffin emulsion of 66 % concentration had a low correlation between the swelling and water adsorption when 0.3 % of the emulsion was added, but at a higher share there was no correlation between these parameters.

The average values of all board series show a positive linear regression between the swelling and water adsorption.

Key words: swelling, water adsorption, density, paraffin emulsion, V 20 type particle boards, carbamide-formaldehyde resins

1. UVOD

1. INTRODUCTION

Industrijska proizvodnja ploča iverica datira od 1950. godine i od tada do danas prošla je intenzivan razvoj tijekom kojega su ploče iverice osvojile gotovo sva svjetska tržišta i osigurale 37%-tni udio u strukturi svjetskog tržišta pločastih materijala, s tendencijom daljnjeg rasta potražnje, ali i udjela u strukturi svjetskog tržišta.

S obzirom na to da više od 80% svih vrsta ploča iverica služi za unutarnju primjenu (namještaj, interijeri), uvođenje karbamid-formaldehidnih smola (KF-smola) kao veziva u proizvodnju ploča iverica bilo je izvrsno rješenje. Dobra adhezijsko-kohezijska svojstva, postojanost u uvjetima sobne klime, povoljna tehnološka svojstva, ubrzano otvrdnjavanje pod utjecajem kiselih katalizatora i povišene temperature te povoljna cijena bili su razlozi zbog kojih su karbamid-formaldehidne smole postale nezamjenjiva veziva u proizvodnji ploča iverica.

Otkriće emisije formaldehida iz ploča iverica rezultiralo je intenzivnim istraživanjima (Petersen, H.; Reuther, W.; Eisele, W.; Wittmann, O., 1973, 1974; Petersen, H., 1976, 1977; Marutzky, R.; Roffael, E., 1977; Roffael, E., 1978; Roffael, E.; Greubel, D.;

Mehlhorn, L., 1980; Myer, G.E., 1984, 1985;...) smanjenja emisije u granice bezopasne za žive organizme.

Da bi se emisija formaldehida svela u dopuštene granice emisijske klase E1 (maks. 10 mg HCHO/100 g a.s.t.), bilo je nužno smanjiti molni odnos K:F 1:3 s na 1:1,2 pa čak i niže, čime se količina slobodnog formaldehida u smolama smanjila s oko 1% na oko 0,08%. Smanjenje molnog odnosa K:F rezultiralo je bitnim promjenama adhezijsko-kohezijskih i tehnoloških svojstava takvih smola, što se neizbježno negativno odrazilo na tehnologiju proizvodnje iverica, odnosno na svojstva ploča iverica.

Smanjenje molnog odnosa i emisije formaldehida pridonijelo je značajnom smanjenju mehaničkih svojstava i povećanju bubrenja ploča iverica (Sundin, B., 1982).

Ako bi se u novonastalim uvjetima povećao dodatak smole radi povećanja mehaničkih svojstava, povećala bi se emisija formaldehida i ploča ne bi bila emisijske klase E1. S obzirom na to da se pokazalo kako hidrofobna sredstva utječu na smanjenje mehaničkih svojstava ploča iverica (May, H.-A., Roffael, E., 1984), moguće je smanjenje dodatka hidrofobnih sredstava, što se nepovoljno odražava na bubrenje i upijanje vode.

Osim primjene slabijih KF-veziva nepovoljna sirovinska baza (velike količine tvrdih vrsta drva) dodatno komplicira proizvodnju ploča iverica.

Proizvodnja ploča iverica time je postala iznimno složena i samo primjena KF-smola optimalnih fizikalno-kemijskih svojstava, parafinskih emulzija visoke kakvoće, iverja optimalnih fizikalno-morfoloških svojstava, u dobro vođenom tehnološkom procesu jamstvo su visoke kakvoće ploča.

S obzirom na to da je za usklađivanje svih triju međuovisnih činitelja potrebna visoka tehnološka disciplina, čest je slučaj da se optimizacija mehaničkih svojstava i emisije formaldehida provodi na uštrb bubrenja i upijanja vode.

Iako je ploča iverica izgrađena od drvnog iverja kao osnovne sirovine, ona je ipak kompozitni materijal od usitnjenog drva, sintetičkih veziva i ostalih kemijskih dodataka za koji ne vrijede zakonitosti bubrenja i utezanja masivnog drva. Voda koju iverica kao porozan i higroskopan materijal upije ispuni najprije veće šupljine između iverja, a zatim prodire u drvenu tvar samoga iverja i uzrokuje bubrenje. S obzirom na to da je drvena tvar uprešana u strukturu iverice pod visokim tlakom i uz visoku temperaturu, tj. da se drvena tvar u iverici nalazi u komprimiranom stanju vezana adhezijskim silama, to će i efekt bubrenja pod utjecajem vode biti mnogo izraženiji u smjeru djelovanja sile prešanja, odnosno po debljini ploče iverice. Problem ne bi bio toliko velik kada bi ova pojava bila reverzibilna, ali ploče iverice nakon sušenja ne mogu se vratiti na početnu debljinu već se trajno deformiraju.

Hidrofobna sredstva tijekom prešanja ploča iverica popunjavaju slobodne prostore na površinama iverja na kojima nema smole te tako stvaraju mehaničku barijeru prodiranju vode u drvenu tvar. Voda ispunjava međuprostore u strukturi iverice, ali je bubrenje smanjeno, a korelacija između upijanja i bubrenje izmijenjena. Istraživanja su pokazala da se dodatkom hidrofobnih sredstava ne uklanja bubrenje, već samo usporava apsorpcija vode ili pare, tj. postiže samo djelomična i vremenski ograničena zaštita iverica od djelovanja vode (Roffael, E., Shneider, A., 1979).

Voda teže prodire u gušću ploču i ona u kratkoročnim testovima pokazuje smanjeno upijanje vode i bubrenje. Ako se test produži do ravnotežnog stanja, gušća ploča, koja u jedinici volumena ima više drvene tvari, imat će mnogo veće bubrenje nego ploča manje gustoće (Roffael, E., Para-

meswaran, N., 1986).

Za razliku od masivnog drva, gustoća ploča iverica može se projektirati na dva načina: primjenom mekih, odnosno tvrdih vrsta drva i povećanjem, odnosno smanjenjem stupnja ugušćenja ivernog tepiha prilikom prešanja. Ista se gustoća može postići primjenom tvrdih i primjenom mekih vrsta drva, ali je ploča izrađena od mekih vrsta drva mnogo kompaktnija i manje porozne strukture. Varijacije vrste drva, stupnja ugušćenosti ivernog tepiha, vrste i količine parafina utječu na bubrenje i upijanje vode ploča iverica.

Ovaj je rad pokušaj osvjetljavanja navedene materije, s naglaskom na utjecaju hidrofobnih sredstava na bubrenje i upijanje vode te na pronalaženje veza između različitih količina i vrsta hidrofobnih sredstava, bubrenja i upijanja vode te gustoće ploča iverica.

2. CILJEVI ISTRAŽIVANJA 2. AIM OF RESEARCH

Na osnovi prethodne analize u svezi s pločama ivericama i prikaza osnovne problematike proizlaze ciljevi istraživanja koji se mogu podijeliti u više cjelina:

- a) utvrđivanje ovisnosti upijanja vode i gustoće ploča
- b) utvrđivanje ovisnosti bubrenja i gustoće ploča
- c) utvrđivanje ovisnosti bubrenja i upijanja vode ploča

Sve to treba sprovesti na pločama bez parafinske emulzije te na pločama s 33 %-tnom parafinskom emulzijom proizvedenom u tvornici iverica odnosno na pločama s 66 %-tnom parafinskom emulzijom proizvedenom u petrokemijskoj industriji

3. MATERIJALI I METODE 3. MATERIALS AND METHODS

Istraživanja su provedena na troslojnim eksperimentalnim laboratorijskim pločama ivericama izrađenim prema tehnološkim parametrima i karakteristikama sirovina prikazanim u radu V. Jambrekovića (1996.). Ispitivanja su obavljena na tri serije ploča iverica: na pločama bez dodatka parafinske emulzije, s dodatkom 33%-tne parafinske emulzije izrađene u tvornici iverica i s dodatkom 66%-tne parafinske emulzije izrađene u petrokemijskoj industriji. Dodaci parafinske emulzije za pojedinu vrstu ploča iznosili su 0,3%; 0,6%; 0,9%; 1,2%.

Proizvedeno je, dakle, devet serija

ploča čiji su rezultati ispitivanja mehaničkih svojstava prikazani u radu V. Jambreko*vi*ća (1996.). Iz ostataka nakon krojenja eksperimentalnih ploča navedenih serija izrezani su uzorci dimenzija 25x25 mm za određivanje gustoće, ispitivanje bubrenja u debljinu i za ispitivanje upijanja vode.

Uzorcima su izmjerene dimenzije i masa, te na osnovu izmjerenih podataka izračunana gustoća. Važno je napomenuti da je rasipanje gustoće posljedica poroznosti strukture ploča iverica, a ne promjene iverja od vrsta drva veće ili manje gustoće, jer su sve serije ploča izrađene od iste mješavine iverja različitih vrsta tvrdih i mekih listača.

Potom su uzorci bili podvrgnuti testu bubrenja i upijanja vode tijekom dva sata (Q-2) (DIN 52364).

4. REZULTATI ISTRAŽIVANJA I RASPRAVA

4. RESEARCH RESULTS AND DISCUSSION

Za sve pojedinačne uzorke određene su gustoće, upijanje vode i bubrenje, obavljena statistička obrada podataka te priloženi grafički prikazi za one varijable među kojima postoji ovisnost.

Ovisnost upijanja vode o gustoći ploče

Sa slike je vidljiva linearna regresijska ovisnost upijanja vode o gustoći uzoraka, izrazit negativan nagib regresijskog pravca (-157,27x) i visok korelacijski koeficijent ($R^2=0,8971$). To znači da između gustoće i upijanja vode postoji jaka veza i da se povećanjem gustoće značajno smanjuje upijanje vode.

Na svim dijagramima vidljiva je linearna regresija negativnog nagiba regresijskog pravca. Zanimljivo je da je regresijska ovisnost upijanja vode o gustoći ploča većeg negativnog nagiba uz dodatak 0,3% parafinske emulzije (-164,65x) nego u ploča bez

parafinske emulzije (-157,27), ali je manji koeficijent korelacije ($R^2=0,7099$). Također je uočeno da negativni nagib regresijskog pravca pada (-164,65x, -161,74x, -59,464x) s povećanjem dodatka parafinske emulzije do optimalne količine dodatka koja iznosi 0,9%, a zatim ponovno raste (-120,11x). Jednako je i s koeficijentima korelacije (0,7099; 0,6147; 0,4592; 0,4966).

Na dijagramima je također vidljiva linearna regresija s izrazitim negativnim nagibom regresijskog pravca te daljnjim postupnim padom nagiba regresijskog pravca (-223,33x, -176,36x, -141,19x, -82,533x), uz nepravilne varijacije koeficijenta korelacije (0,6849; 0,7438; 0,5356; 0,7208). Kod ove vrste parafinske emulzije nije utvrđeno optimalno područje pa je stalni pad nagiba regresijskog pravca očekivan.

Na osnovu svih dijagrama može se zaključiti da pored ovisnosti o vrsti i dodatku parafinske emulzije postoji i ovisnost upijanja vode i gustoće u svim kombinacijama ploča, tj. da se povećanjem gustoće smanjuje upijanje vode.

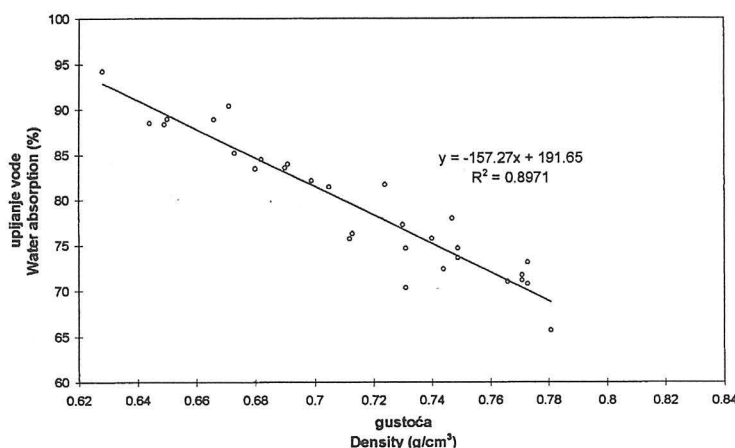
Ovisnost bubrenja i gustoće ploče

Također je vidljiva linearna regresija s jakom regresijskom ovisnošću i pozitivnim usponom regresijskog pravca (32,955x), ali s manjim koeficijentom korelacije u odnosu prema upijanju vode ($R^2=0,5429$).

Dodatkom bilo koje količine bilo kojeg tipa parafinske emulzije gubi se ovisnost bubrenja o gustoći, a ostaje samo ovisnost bubrenja o količini dodatka parafinske emulzije.

Ovisnost bubrenja i upijanja vode

Zanimljivo je da za uzorke ploča iverica bez parafinske emulzije nije utvrđena pouzdana zakonitost ovisnosti bubrenja i upijanja vode.

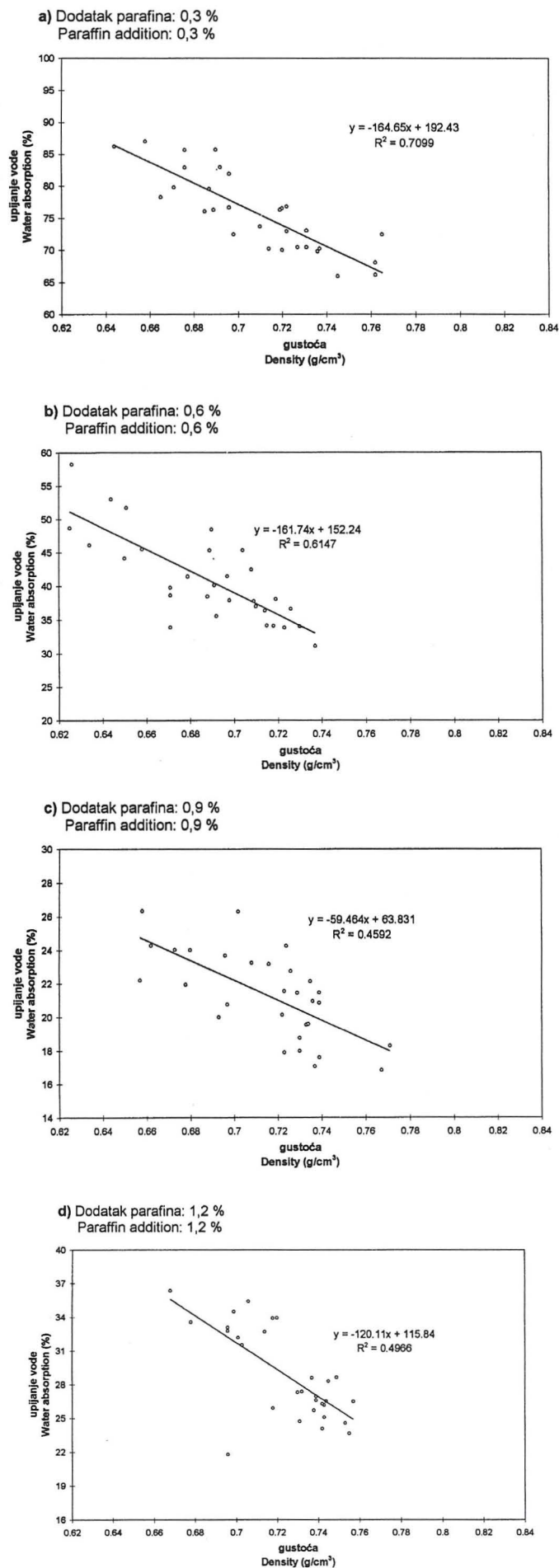


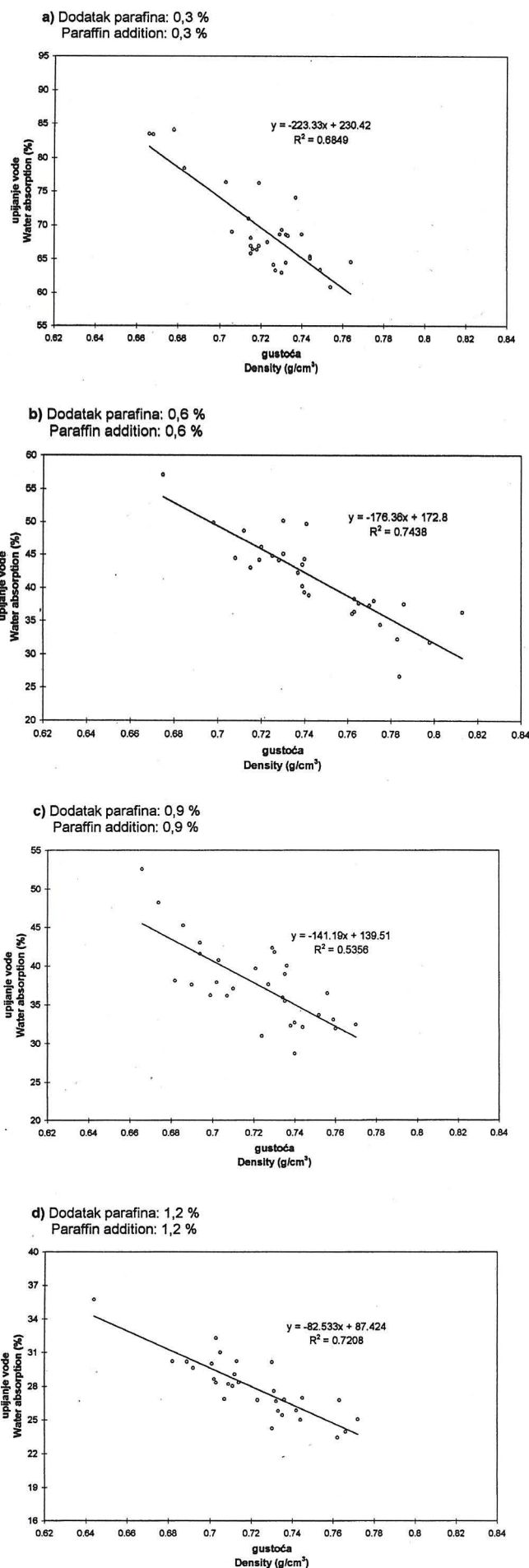
Slika 1.
Ovisnost upijanja vode o gustoći uzoraka bez parafinske emulzije •
Water absorption depending on the density of samples without paraffin emulsion

Slika 2.

Ovisnost upijanja vode o gustoći uzoraka s 33%-tnom parafinskom emulzijom proizvedenom u tvornici iverica. Dodatak parafina je: a) 0,3% b) 0,6% c) 0,9% d) 1,2%

• Water absorption depending on the density of samples with 33-% paraffin emulsion made in particleboard factory. Addition of paraffin: a) 0,3% b) 0,6% c) 0,9% d) 1,2%





Slika 3.

Ovisnost upijanja vode o gustoći uzoraka s 66%-tnom parafinskom emulzijom proizvedenom u petrokemijskoj industriji. Dodatak parafina je: a) 0,3% b) 0,6% c) 0,9% d) 1,2% • Water absorption depending on the density of samples with 66-% paraffin emulsion made in petrochemical factory. Addition of paraffin: a) 0,3% b) 0,6% c) 0,9% d) 1,2%

Za uzorke ploča iverica s dodatkom 33%-tne parafinske emulzije zakonitost ovisnosti nije vidljiva pri 0,3%-tnom dodatku, pri 0,6%-tnom je zamjetna, pri 0,9%-tnom dobra, a pri 1,2%-tnom dodatku ovisnost je očita. To je također linearna regresija s pozitivnim usponom regresijskog pravca (sl. 5) i visokim koeficijentom korelacije.

Uz dodatak 66%-tne parafinske emulzije blaga ovisnost postoji tek pri 0,3%-tnom dodatku ($2,1302x$, $R^2=0,4554$), a dalje se potpuno gubi.

Statistička obrada i grafički prikaz

ovisnosti bubrenja o upijanju vode (sl. 6) dobiven primjenom aritmetičkih sredina pojedinih serija kao koordinata pokazuju da između bubrenja i upijanja vode postoji jasna linearna regresija s pozitivnim usponom regresijskog pravca ($0,3582x$) i visokim koeficijentom korelacije ($R^2=0,9667$).

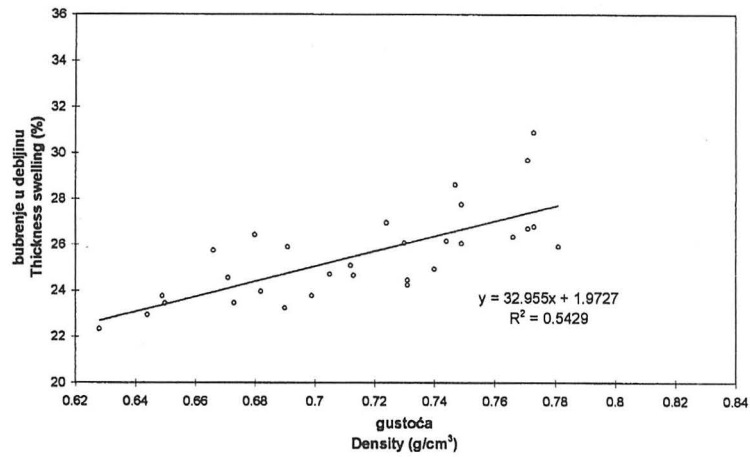
5. ZAKLJUČAK 5. CONCLUSION

Na osnovi provedenih istraživanja može se zaključiti sljedeće:

1. Ploče iverice proizvedene bez dodatka parafinske emulzije.

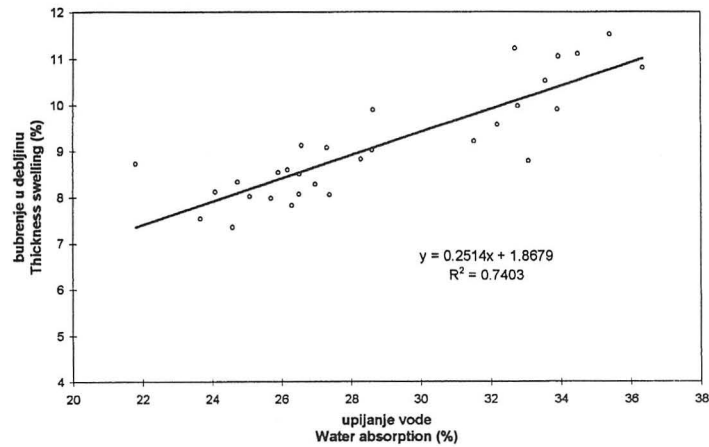
Slika 4.

Ovisnost bubrenja o gustoći ploče bez dodatka parafinske emulzije • Swelling depending on the density of particleboard without paraffin emulsion



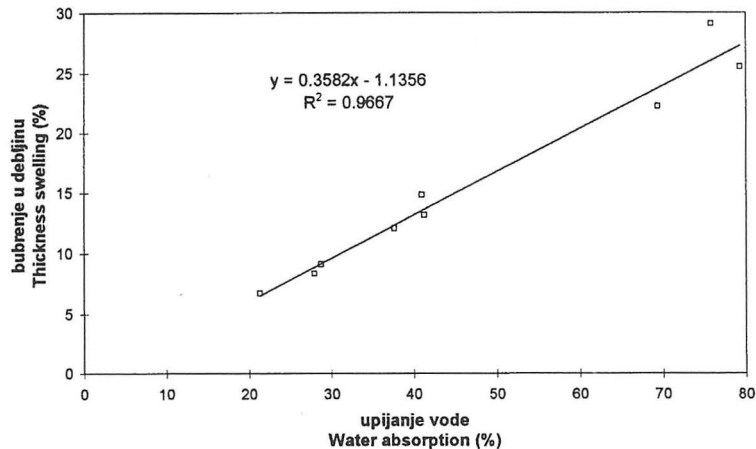
Slika 5.

Ovisnost bubrenja o upijanju vode ploče iverice s 1,2%-tnim dodatkom 33%-tne parafinske emulzije • Swelling depending on the water absorption of particleboard with 1,2 % share of 33 % paraffin emulsion



Slika 6.

Ovisnost bubrenja o upijanju vode za sve serije • Swelling depending on the water absorption for all series



- ovisnost bubrenja i gustoće linearna je regresija s pozitivnim usponom regresijskog pravca, a ovisnost upijanja vode i gustoće također je linearna regresija, ali s negativnim nagibom regresijskog pravca (regresijska je ovisnost upijanja vode i gustoće izrazitija)

- s povećanjem gustoće ploča iverica smanjuje se upijanje vode, a povećava bubrenje

- u ploča iverica proizvedenih bez parafinske emulzije nije vidljiva ovisnost bubrenja i upijanja vode.

2. Ploče iverice proizvedene s dodatkom 33%-tne parafinske emulzije:

- bubrenje ploča smanjuje se do optimalne količine dodatka parafinske emulzije (0,9%), a zatim se ponovno povećava; ovisnost bubrenja i gustoće nije vidljiva

- ovisnost upijanja vode i gustoće linearna je, s negativnim nagibom pravca linearne regresije, smanjenjem koeficijenta korelacije i koeficijenta regresije do optimalne količine dodatka parafina, a zatim s ponovnim povećanjem koeficijenta korelacije i regresije

- s povećanjem gustoće ploča smanjuje se upijanje vode

- ovisnost bubrenja o upijanju vode pri dodatku 0,6% parafina nazire se, uočljiva je pri 0,9%, a izrazita pri 1,2%-tnom dodatku parafina

- s povećanjem upijanja vode povećava se bubrenje, ali je veza izrazita tek pri većim količinama parafinske emulzije.

3. Ploče iverice proizvedene s dodatkom 66%-tne parafinske emulzije:

- s povećanjem dodatka parafina neprestano se smanjuje bubrenje (optimalna količina parafina nije uočena)

- između upijanja vode i gustoće vidljiva je linearna regresija s neprestanim padom negativnog nagiba regresijskog pravca i variranjem koeficijenta korelacije

- nazire se ovisnost bubrenja o upijanju vode pri 0,3%-tnom dodatku parafina, a dalje se ovisnost gubi.

4. Prikaz aritmetičkih sredina bubrenja i upijanja vode svih pojedinačnih serija ploča:

- vidljiva je jaka linearna regresija između bubrenja i upijanja vode, s pozitivnim usponom regresijskog pravca

- s povećanjem upijanja vode povećava se bubrenje ploča iverica.

LITERATURA LITERATURE

1. Craighead, P.V. 1991: Waxes and Water-Soak Tests for Wood Panels. Pullman, Washington, USA: Proceedings 25th Inter-

- national Particleboard/Composite Materials Symposium W.S.U., 181-205.
2. Ellis, W.D. 1994: Moisture sorption and swelling of wood-polymer composites. *Wood Fiber Sci.*, 26 (3): 333-341.
 3. Geimer, R.L., Follensbee, R.A., Christiansen, A.W., Koutski, J.A., Myers, G.E. 1990: Resin Characterization. Washington, Pullman: Proceedings of the 24th WSU International particleboard/composite materials symposium, 65-83.
 4. Harbs, H.C. 1987: Dimensions- und Formstabilität von Holzspanplatten. *Holz-Zentralblatt*, 113 (12): 149-150.
 5. Jambreković, V. 1996: Utjecaj međudjelovanja karbamid-formaldehidne smole i parafinske emulzije na kakvoću ploča iverica, *Drvna ind.*, 47(4):131-141.
 6. Liu, J.Y., Mc Natt, J.D.1991: Thickness swelling and density variation in aspen flakeboards, *Wood Sci. Tech.*, 25(3), 73-82.
 7. May, H.-A., Roffael, E. 1984: Hydrophobierung von Spanplatten mit Paraffinen. Teil 4: Einfluß von technischen Paraffinen verschiedener Zusammensetzung auf die Eigenschaften von Spanplatten. *Adhäsion*, 28 (1-2): 17-21.
 8. May, H.-A., Roffael, E. 1983: Hydrophobierung von Spanplatten mit Paraffinen. Teil 3: Wirkung des Paraffinaufwandes auf die Dickenquellung, Wasseraufnahme sowie andere technologische Eigenschaften von Spanplatten. *Adhäsion*, 27 (9): 9-10, 15-17.
 9. May, H.-A., Roffael, E., Schriever, E. 1983: Hydrophobierung von Spanplatten mit Paraffinen. Teil 2: Untersuchungen über die Wirksamkeit von technischen Paraffinen als Hydrophobierungsmittel in Harnstoffformaldehydharz-gubundenen Spanplatten. *Adhäsion*, 27 (4): 16-21.
 10. Muehl, H.J., Krzysik, M.A.1997: Effect of resin and wax on mechanical and physical properties of harboard from air-laid mats, *Drvna ind.*, 48(1): 3-9.
 11. Niemi, P.1982: Untersuchungen zum Einfluß der Struktur auf die Eigenschaften von Spanplatten. Teil 1. Einfluß von Partikelformat, Rohdichte, Festharzanteil und Festparaffinanteil, *Holztechnologie* 23(4): 306-213.
 12. Petersen, H., Reuther, W., Eisele, W., Wittmann, O. 1973: Zur Formaldehydabspaltung bei der Spanplattenerzeugung mit Harnstoff-Formaldehyd-Bindemitteln, Zweite Mitteilung: Der Einfluß von Festharzmenge, Presszeit und Presstemperatur. *Holz als Roh- und Werkstoff* 31 (12): 463-469.
 13. Petersen, H., Reuther, W., Eisele, W., Wittmann, O. 1974: Zur Formaldehydabspaltung bei der Spanplattenerzeugung mit Harnstoff-Formaldehyd-Bindemitteln, Dritte Mitteilung: Der Einfluß von Harterart, Hartermenge und formaldehydbindenden Mitteln. *Holz Roh- Werkstoff*, 32 (10): 402-410.
 14. Roffael, E., May, H.A.1986: Einfluß von Hydrophobierung und Rohdichte auf die

- Adsorptionsgeschwindigkeit von UF-gebundenen Spanplatten, Holz als Roh- und Werkstoff, 44(1): 35.
15. Roffael, E., Parameswaran, N.1986: Einfluß der latenten Acidität in Buchenholzspanen auf deren Verleimbarkeit mit Harnstoff-Formaldehydharzen, Holz Roh-Werkstoff, 44: 389-394.
 16. Roffael, E., Schneider, A.1979: Zum Sorptionsverhalten von Holzspanplatten. Teil 2: Einfluß der Holzart auf die Gleichgewichtsfeuchtigkeit, Holz Roh- Werkstoff, 37: 259-264.
 17. Sell, J., Krebs, U. 1975: Untersuchungen an wetterbeanspruchten Holzspanplatten. 2. Mitteilung: Feuchtigkeitsschutz durch Hydrophobierung und Beschichtung der Oberflächen. Holz Roh- Werkstoff, 33: 215-221.
 18. Suchsland, O.1973: Hygroscopic thickness swelling and related properties of selected commercial particleboards. Forest Prod. J., 23(7): 26-30.
 19. Sundin, B. 1982: Present status of formaldehyde problems and regulations. Pullman, Washington, USA: Proceedings 6th International Particleboard/Composite Materials Symposium W.S.U., 3-19.

ŠTO JE NOVO U FURNIRU
 odsad možete ovdje na INTERNETU
www.furnir.com
 e-mail: furnir@furnir.com

DUBROVNIK
BRASS - DESIGN
 FURNIR
 Dubrovnik, Batala bb
 tel. 020/411-482

OSIJEK
LESNINA LGM - FURNIR
 31000 Osijek, Ulica jablanova bb
 tel. 031/178-126

PULA
BAESA INTERIJERI
 FURNIR
 52000 Pula, Jeretova bb
 tel. 052/215-245

SPLIT
AMG - FURNIR
 21000 Split, Solinska cesta 84a
 tel. 021/212-912

VINKOVCI
SPACVA - FURNIR
 32000 Vinkovci, Duga ulica 181
 Prodajno izložbeni salon:
 Duga ulica 23
 tel. 032/331-077, 334-439

PLETERNICA
VEXTER - FURNIR
 34310 Pleternica, Kralja Zvonimira bb
 tel. 034/251-082

ZAGREB
Heinzelova 34
Telefon 01/415-630
Telefaks: 01/448-744

DOBRODOŠLI U FURNIROV SVIJET DRVA!