

Jaroslav Kljak, Mladen Brezović, Vladimir Jambrečić *

Varijabilni čimbenici vodootpornosti furnirske ploče

Variable elements of plywood water resistance

Stručni rad Professional paper

Prispjelo - received: 09. 04. 03. Prihvaćeno - accepted: 27. 05. 03.

UDK: 634 832.282; 634* 824.89*

SAŽETAK Cilj rada je razdijeliti pojedine strukturne komponente furnirske ploče koje definiraju njezinu vodootpornost. Mjerodavnim elementom najčešće se smatra vrsta ljepila odnosno kvaliteta slijepljenog spoja, pri čemu se zapostavljaju vrsta drva, kvaliteta furnirskih listova i utjecaj površinske zaštite. Tek uzimajući u obzir međuovisnost pojedinih komponenata može se stvoriti realna prosudba u svezi s vodootpornosti furnirse ploče.

Ključne riječi: furnirska ploča, kvaliteta slijepljenosti, vodootpornost

ABSTRACT The aim of the paper is to have segmented the veneer plywood components relating to its water resistance. The type of resin and the class of bonding quality are usually considered to be the main elements to determine their waterproof property, while other elements like wood species, veneer quality and surface protection, are for the most part neglected. Those elements have a high priority when establishing suitability of plywood, which is to be used for marine structure, concrete formwork and other applications, where waterproof properties have dominant influence. A complete and adequate plywood specification could be assessed properly only after all the elements and their interaction are considered.

Key words: veneer plywood, bonding quality, water resistance

1. UVOD 1. INTRODUCTION

Izraz vodootporna, vezan uz furnirsku ploču, vrlo je uvriježen u svakodnevnoj praksi jer zorno karakterizira svojstva takve ploče, premda u službenim hrvatskim odnosno europskim, američkim ili ISO normama takav izraz nigdje nije definiran. Samo se prema normama HRN EN 636-1, HRN EN

636-2, HRN EN 636-3 ploče razvrstavaju prema uvjetima upotrebe, i to na ploče za uporabu u suhim uvjetima, u vlažnim te u vanjskim uvjetima. U tim su normama ujedno definirani i pojedini zahtjevi koje ploča mora ispuniti, npr. kvaliteta slijepljenosti, tolerancija dimenzija, biološka trajnost, mehanička svojstva, oslobađanje formaldehida i dr.

*Autori su redom asistent i viši asistenti na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu.

Authors are an assistant and an assistant lecturer, respectively, at the Faculty of Forestry of the Zagreb University.

2. KVALITETA SLIJEPLJENOSTI 2. BONDING QUALITY

Vrsta ljepila i kvaliteta slijepljenosti obično se smatraju najvažnijim čimbenicima pri definiranju vodootpornosti ili, prikladnije rečeno, vodopostojanosti furnirske ploče.

Postupak određivanja kvalitete slijepljenosti, s obzirom na otpornost na vlagu, propisan je normama HRN EN 314-1 i HRN EN 314-2, prema kojima se ona svrstava u tri tipa i to:

a) tip 1 – suhi uvjeti. Ploče s tako deklariranim tipom slijepljenosti prikladne su za uporabu u uvjetima normalne sobne klime (relativna vlage 67 % i temperatura 20 °C);

b) tip 2 – vlažni uvjeti. Ploče s tim tipom slijepljenosti prikladne su za uporabu u zaštićenim vanjskim uvjetima (npr. ispod krovnog pokrova), a otporne su i na kratkotrajno izlaganje neposrednim vremenskim utjecajima (npr. za vrijeme izgradnje građevne konstrukcije).

Također su prikladne i za unutarnju uporabu, kad je vlažnost prostorije veća od propisane vlažnosti za tip 1.

c) tip 3 – vanjski uvjeti. Ploče tipa 3 namijenjene su uporabi na vanjskim mjestima koja su izložena izravnim vremenskim utjecajima tijekom određenog vremenskog razdoblja.

Navedena tri tipa kvalitete slijepljenosti u uskoj su vezi s trima normama: HRN EN 636-1, HRN EN 636-2 i HRN EN 636-3.

Budući da je kvaliteta slijepljenosti definirana trima tipovima olako se može zaključiti kako je za tip 1 upotrijebljeno nekvalitetno, a za tip 3 kvalitetno ljepilo, što je posve netočno jer se njihova gradacija određuje prema otpornosti ljepila na povećani utjecaj vlage odnosno vode, a ne drugih mehaničkih ili fizičkih svojstava. Stoga su i ploče tip 1 također izrađene od kvalitetnog ljepila čiji će se spoj pokazati vrlo trajnim i čvrstim, ali samo ako se takve ploče koriste u navedenim uvjetima. Otpornost ili neotpornost ljepila na utjecaj povišene vlage i vode ponajprije je posljedica njegove kemijske strukture, dakako uz uvjet da je proces lijepljenja pravilno vođen.

3. KONSTRUKCIJA FURNIRSKE PLOČE 3. PLYWOOD CONSTRUCTION

Definiranjem kvalitete slijepljenosti određena je samo kvaliteta sljubnice, ali vodootpornost furnirske ploče ovisi i o kvaliteti furnirskih listova, načinu izrade te upotrijebljenoj vrsti drva. Problematika postizanja

vodootpornosti u ovisnosti o konstrukciji ploče osobito je važna za brodograđevne furnirske ploče, po čemu se one i razlikuju od furnirske ploče za vanjsku uporabu premda se obje vrste svrstavaju pod tip 3.

Za izradu brodograđevnih ploča rabe se samo najkvalitetniji listovi furnira dok se za ploče za vanjsku uporabu primjenjuju i listovi slabije kvalitete. Prema službenim hrvatskim normama HRN EN 635-2 te HRN EN 635-3, klase ploča prema vanjskom izgledu površine jesu E, I, II, III, IV, pri čemu treba napomenuti kako hrvatske ili europske norme ništa ne propisuju u svezi s klasifikacijom ili definiranjem brodograđevne furnirske ploče. Detaljniji opis i zahtjeve za tu vrstu ploča u Hrvatskoj propisuje samo Hrvatski registar brodova, u kojem su navedene pogodne vrste drva za izradu ploča i uvjeti koje ona mora ispunjavati. Prema američkom standardu PS 1-95, kvaliteta ploča s obzirom na vanjski izgled označava se sa A, B, C, D, a za brodograđevne je ploče propisana kvaliteta vanjskih listova A-A, A-B, B-B te MDO- (engl. *Medium Density Overlay*) ili HDO-folije (engl. *High Density Overlay*). Unutarnji listovi ne smiju biti lošiji od razreda B. Vidljivo je kako se za izradu brodograđevnih ploča rabe samo najkvalitetniji listovi furnira dok se ploče za vanjsku uporabu mogu izrađivati i od listova slabije kvalitete. U britanskoj normi BS 1088 opisno su navedene greške furnira koje se toleriraju pri izradi ploče. Razlike u kvaliteti furnirskih listova ne isključuju uporabu ploče za vanjsku uporabu ili neke druge vrste ploče i u brodogradnji, već samo definiraju njihovu kvalitetu, a time i naziv. Drugim riječima, naziv brodograđevne furnirske ploče (engl. *marine plywood*) mogu nositi samo najkvalitetnije furnirske ploče pojedine vrste.

Nadalje, važna je i učestalost širinskog spajanja furnira, koje u brodograđevne ploče treba biti svedeno na minimum ili ga čak nema, a uzdužno spajanje furnira nije dopušteno, dok se u ploča za vanjsku uporabu tolerira neodređeni broj širinskih spojeva furnira i njihovo uzdužno spajanje. Osim što narušava ukupnu čvrstoću ploče, svako spajanje furnira, omogućuje i nesmetani prolazak vode u njezinu unutrašnjost, što automatski rezultira povećanom apsorpcijom vode ili vlage, većim bubrenjem te slabljenjem čvrstoće sljubnice.

Delaminacija može nastati zbog prirodne destrukcije slijepljenog spoja u samom drvu, tj. furniru, sloju ljepila ili i njihovom međusloju. Iako konzistencija ploča tipa 3 podrazumijeva upotrebu vodootpornog ljepila, tijekom dugogodišnjeg izlaganja

izravnim vremenskim utjecajima neizbježno se narušava čvrstoća sljubnice. U takvim primjerima vodootpornost ima manju važnost, a veća se pridaje trajnosti ploče. Uz uvjet da je za izradu ploča upotrijebljeno ljepilo trajnih svojstava, kritični moment bit će trajnost drva. Stoga je za sve vrste ploča koje će biti više godina izložene vanjskim utjecajima iznimno važna vrsta drva od kojega su izrađene. Za brodograđevnu ploču problem je dodatno otežan jer se za njezinu izradu uvijek zahtijeva drvo što manje gustoće i što manjih dimenzionalnih promjena te što veća čvrstoća i prirodna trajnost. Dakako, gotovo ni jedna vrsta drva potpuno ne zadovoljava navede zahtjeve jer su oni najčešće i protuslovni. Naime, što je drvo lakše, obično ima i manju čvrstoću i slabiju prirodnu trajnost, ali je manje i bubrenje i utezanje. Suprotno tome, što je drvo teže, obično je i čvršće uz veću prirodnu trajnost, ali ima i veće bubrenje i utezanje. To su samo okvirne relacije koje više puta i nisu pravilo, kao za bukvinu, koja ima veliku gustoću, ali izrazito malu prirodnu trajnost. Ipak te zahtjeve najbolje ispunjavaju listače iz grupe egzota kao što su tik, iroko, makore i dr. pa se one i najčešće koriste za izradu brodograđevnih furnirskih ploča (tabl. 1). Koristi se i velik broj drugih vrsta drva no većina njih ima određene nedostatke koji se moraju poznavati i uzeti u obzir prije ugradnje. Primjerice, borovi i četinjače povoljni su s obzirom na trajnost i otpornost na napade gljiva zbog većeg udjela smola, ali su i skloniji bržoj apsorpciji vlage, što im smanjuje čvrstoću u upotrebi. Lagane listače osim manje čvrstoće uglavnom imaju i malu trajnost, teže su listače nepovoljne zbog težine, a načelno imaju i veće dimenzionalne promjene uslijed promjene vlage.

4. POVRŠINSKA ZAŠTITA 4 SURFACE PROTECTION

Ako je kvaliteta slijepljenosti usklađena s njezinom konstrukcijom, ploča se može smatrati vodootpornom, ali samo u određenom smislu jer je ona i dalje podložna relativno brzom apsorpciji vlage i vode, što rezultira promjenom odnosno smanjenjem mehaničkih svojstava. Njezina vodootpornost očituje se u njezinoj kompaktnosti, ali ne i sa stajališta zadržavanja prvobitnih fizičkih i mehaničkih svojstava. Tipični primjer te problematike očituje se pri izradi oplata za betonske konstrukcije pri čemu je ploča, nakon nalijeivanja betona, u neposrednom dodiru s vodom. Stoga ona bubri, smanjuje joj se čvrstoća, a ponajprije i krutost što u konačno može rezultirati prekoračenjem

dopuštenog progiba. Apsorpcijom vode također se smanjuje potrebni omjer vode i cementa u betonu, što rezultira nepotpunom hidratacijom cementa na njegovoj površini, slabijim betonom i mjestimičnim tamnim nijansama. Kako bi se taj problem riješio, te da bi ploča zadržala željena svojstva, jedini je način smanjenje ili bar usporenje prolaza vode u njezinu strukturu, što se po pravilu postiže nanošenjem određenih zaštitnih slojeva na njezinu površinu. Upotrebom tzv. HDO i MDO zaštitnih folija povećava se vodootpornost furnirske ploče. Pojedini zahtjevi za izradu tih folija razlikuju se s obzirom na propise definirane različitim tehničkim standardima. Detaljniji zahtjevi navedeni su u američkim standardima (10), prema kojima površina HDO folije na gotovoj ploči treba biti tvrda, glatka ili jednolično teksturirana, iako se dopušta i djelomična vidljivost pokrivenih drvnih vlakanca. Ona bi trebala imati i takva obilježja da nije nužna naknadna obrada ploče bojenjem ili nanošenjem drugih zaštitnih premaza. Općenito, za izradu HDO folije rabi se fenolna smola, iako su dopuštene i druge vrste smola ako zadovoljavaju navedene zahtjeve. Pokrovni sloj, tj. folija na bazi fenolne smole trebala bi biti izrađena od jednoga ili više slojeva papira od celuloznih vlakanca i sadržavati najmanje 45% suhe tvari smole s obzirom na težinu vlakanca, pri čemu se ne uzima u obzir količina smole u sljubnici. Gotove folije, spremne za uporabu, trebale bi prije prešanja imati debljinu od najmanje 0,30 mm i težinu od najmanje 29 kg po 100 m² (ne računajući smolu u sljubnici). Veza između folije i furnirske ploče treba biti kontinuirana i ne smije biti mjehura. Ako celulozni papiri impregnirani drugim vrstama smolama također imaju težinu od najmanje 29 kg po 100 m² i ako zadovoljavaju svojstva navedena za fenolne folije također se mogu deklarirati kao HDO.

Slično kao i površina HDO-a, i površina MDO folije trebala bi na gotovoj ploči tvoriti glatku, jednoličnu ili jednolično teksturiranu površinu namijenjenu završnoj obradi visokokvalitetnim premazima. Dopušta se i djelomična vidljivost pokrivenih drvnih vlakanca. Iako se najčešće rabi fenolna smola, mogu se upotrebljavati i druge vrste smola ako zadovoljavaju sljedeća obilježja. Standardna folija s termootvrdnjavajućom fenolnom smolom i papirom (papierima) od celuloznih vlakana trebala bi sadržavati najmanje 22% suhe tvari smole nanese postupkom impregnacije odnosno 17% postupkom utiskivanja, izraženo u odnosu na težinu vlakanca i ne

Tablica 1.

Svojstva pojedinih vrsta drva koje se rabe za izradu brodograđevnih furnirskih ploča
Table 1
Properties of some wood species used for marine plywood manufacturing

Standardni naziv / Common name	Ariš / Western Larch	Duglazija / Douglas-fir	Iroko / Iroko	Kaja-afrički mahagonij / Khaya-African mahogany	Pravi-amer. mahagonij / Cienfute-American mahogany	Makore / Makore	Meranti tamno crveni / Meranti, Dark-red	Moabi / Moabi	Okume / Okume	Sapeli / Sapeli	Tik / Teak
Botanički naziv / Botanical name	<i>Larix Occidentalis Nutt</i>	<i>Pseudotsuga taxifolia Britt.</i>	<i>Chlorophora excelsa Benth. & Hook. f.</i>	<i>Khaya ivorensis A. Chev.</i>	<i>Swietenia macrophylla King</i>	<i>Diosyria heckelii A. Chev.</i>	<i>Shorea polysperma Merr.</i>	<i>Baillonella toxisperma Pierre</i>	<i>Aloumea klainiana Pierre</i>	<i>Entandrophragma cylindricum Sprague</i>	<i>Tectona Grandis L. f.</i>
Priradni areal / Natural region	sjeverni dio sjev. Amerike northern area of North America	zapadni dio sjev. Amerike western area of N. Amerika	zap., srednja i istočna Afrika w. e. area of E. Amerika	sr. i južna Amerika Central and South America	zapadna Afrika West Africa	zapadna Afrika West Africa	južna i jugoistočna Azija S.E. Asia	zapadna Afrika West Africa	zapadna Afrika West Africa	zap., srednja i istočna Afrika W., central and E. Africa	južna i jugoist. Azija S. and S.E. Asia
Fizička svojstva / Physical properties											
ρ_{12-15} (kg/m ³)	420-460	320-470-730	480-600-670	420-490-570	410-550-900	510-590-680	400-500-630	700-780	310-410-570	490-620-720	440-630-820
ρ_{12-15} (kg/m ³)	470-500	350-510-750	500-620-690	440-510-590	440-600-940	530-620-700	500-560-700	730-830-900	320-430-590	510-650-750	480-670-860
ρ_{12-15} (kg/m ³)	560-610	480-540-600	990-1100	650-800	600-800	850-950	800-950	950-1100	500-650	690-890-1065	850-1000
β_l (%)	oko 0.1	0.3	0.05-0.11-0.21	0.02-0.16-0.40	0.3	0.14-0.23-0.46	0.2-0.3-0.4	-----	0.07-0.22-0.53	0.05-0.16-0.38	0.4-0.6
β_r (%)	oko 4.5	oko 4.2	2.5-3.8-5.6	2.4-3.2-4.1	3.0-3.2	3.5-4.7-6.5	3.4-4.1-4.6	oko 5.8	2.5-3.8-5.5	4.1-5.4-7.6	2.3-3.0
β_v (%)	oko 9.1	oko 7.4	4.5-5.5-9.8	5.1-5.7-6.2	4.2-5.1	4.3-6.3-9.5	7.7-9.7-11.0	6.9-7.4	4.0-5.7-7.9	4.3-7.0-9.8	4.2-5.8
β_v (%)	oko 14.0	oko 11.9	7.1-9.4-15.6	7.5-9.1-10.7	7.5-8.6	7.9-11.2-16.5	11.3-14.1-16.0	8.3-11-13.8	6.6-9.7-13.5	8.5-12.6-17.8	6.9-9.4
Mehanička svojstva / Mechanical properties											
osv (MPa)	45-78	68-82	70-113-158	36-87-126	65-85-130	41-98-140	76-119-158	130-150-178	27-72-107	60-100-163	116-148-190
σ_{ll} (MPa)	26-53	43-52	54-69-5-810	36,0-46,0-58,8	29-50-3	39,5-53,5-71	52,5-63,0-73,5	58-69-86	33-39-66	3,5-60-77,5	60-72-102
σ_{vp} (MPa)	-----	oko 105	55-79-140	32-61-101	-----	30-77-127	66-146-222	-----	22-58-125	53-87-154	95-120-155
σ_{vp} (MPa)	2,3-3,0	oko 2,4	2,1-3,0	1,7-2,3	oko 2,5	1,9-2,3	oko 2,7	3,2-3,7-3,4	1,5-1,8-2,1	2,15-2,87	2,3-4,2-15,5
σ_{sm} (MPa)	6,0-9,4	oko 7,9	oko 10	6,0-8,0-9,5	9,0-10,8	6,0-8,5-11	7,1-9,0-10,6	oko 11	3,1-6,0-8,4	5,5-8,5-12,0	8,3-9,0-9,5
TBo (MPa)	-----	oko 50	53-60-65	oko 33	oko 36	40-44-47	35-48-60	79	26-34	oko 44	63-71
ME (GPa)	9,0-11,3	oko 20	27-30-33	oko 14	oko 18	24-27-31	17-23-30	43	oko 12	23-28	oko 28
ME (GPa)	-----	11,5-13,5	11	10	7,5-9,5	11	11,7-14,5-19,4	15,4	oko 3	10	10,5-13,4-15,6
Prirodna trajnost / Natural durability											
gljive i insekti / fungi and insects	trajno / durable	trajno / durable	vrlo trajno / very durable	trajno / durable	trajno / durable	trajno / durable	trajno do slabo trajno / durable or slightly durable	trajno / durable	slabo trajno / slightly durable	trajno / durable	vrlo trajno / very durable
atmosferski utjecaji / influence of atmosphere	umjereno trajno / moderately durable	umjereno trajno / moderately durable	trajno / durable	umjereno trajno / moderately durable	trajno / durable	umjereno trajno / moderately durable	umjereno trajno / moderately durable	trajno / durable	slabo trajno / slightly durable	umjereno trajno / moderately durable	trajno / durable

ρ_{12-15} : ps (kg/m³) - gustoća drva (sadržaj vlage 12-15%, sirovo drvo) / wood density (moisture content 12-15%; green wood); β_l : β_r : β_v (%) - uzezanje drva: longitudinalno; radijalno; tangencijalno; volumno / shrinkage: longitudinal, radial, tangential, osv (MPa) - savojna čvrstoća / bending strength; σ_{ll} (MPa) - tlačna čvrstoća / compression strength; σ_{vp} : σ_{vp} (MPa) - vlačna čvrstoća: paralelno; okomito na vlaknaca / tensile strength: parallel - ; perpendicular to the grain; σ_{sm} (MPa) - čvrstoća smicanja / shear strength; TBo : TBo (MPa) - tvrdća po Brinellu; paralelno; okomito na vlaknaca / hardness (Brinell): parallel; perpendicular to the grain; ME: (GPa) - modul elastičnosti / modulus of elasticity
Napomena: vrijednosti u tablici za pojedine vrste drva kreću se u širokim rasponima, što je posljedica rasta drva na vrlo raznolikim prirodnim područjima.
Note: In the table 1, numerical values widely range as the result of wooden growth in very different regions.

* Izvor (9) / Source (9)

uzimajući u obzir količinu smole u sljubnici. Takva folija ne bi trebala biti lakša od 28 kg po 100 m², a nakon primjene njezina bi debljina trebala iznositi najmanje 0,30 mm. I druge folije proizvedene od različitih vrsta smola i papira čija težina iznosi najmanje 28 kg po 100 m² te koje zadovoljavaju spomenuta svojstva također se mogu deklarirati kao MDO.

Furnirska ploča HDO gotovo se uvijek obostrano oblaže folijom pod djelovanjem povišene temperature i tlaka, a njezina je površina nešto grublja od ostalih dekorativno-zaštitnih folija i stoga je idealna za grublje aplikacije kao što je izrada betonskih oplata. Za razliku od nje, furnirska ploča MDO nije prikladna za tu namjenu, što je posljedica, između ostaloga, i njezine veće vodopropusnosti. Apsorpcija vode furnirske ploče HDO sa zapunjenim rubovima koja je potopljena u vodi sobne temperature tijekom 48 sati, prosječno iznosi do 1,1 g / dm² po jednoj površini ploče, dok za furnirsku ploču MDO iznosi do 5,4 g / dm² (11). Ako se za površinsku zaštitu umjesto celuloznih koriste staklena vlakna te poliesterska smola, tada je apsorpcija vode takvog sloja izuzetno niska (13).

Učinkovitost zaštitnih folija s obzirom na propusnost vodene pare vidljiva je iz tablice 2, u kojoj brojčane vrijednosti predočuju prosječnu propusnost furnirske

ploče za vodenu paru izraženu u permima (ng / (Pa · s · m²). Materijali s paropropusnošću od 57,45 perma ili manje se smatraju efektivnom parnom barijerom. Navedene se vrijednosti temelje na fizičkim svojstvima furnirske ploče od duglazije.

5. ZAKLJUČAK 5. CONCLUSION

Za specifikaciju furnirske ploče kao vodootporne katkada se nedostavno osloniti samo na određivanje kvalitete njezine slijepljenosti, što je često jedno od presudnih svojstava, već je potrebno proučiti sve utjecajno-varijabilne čimbenike te njihovo međudjelovanje. Utjecajni čimbenici kao što su primjena odgovarajuće vrste drva, potrebna kvaliteta furnira te odgovarajuća površinska zaštita, zbog njihova velikog značenja, što je prikazano u radu, ne bi smjeli biti zapostavljeni pri određivanju efektivnosti vodootpornosti cjelokupnoga konstrukcijskog sustava furnirske ploče.

6. LITERATURA 6. REFERENCES

1. BS 1088: British Standard Specification for Marine Plywood manufactured from selected untreated Tropical Hardwoods.
2. HRN EN 314-1 Uslojeno drvo – Kakvoća čvrstoće vezanja – 1. dio: Metode ispitivanja.

Furnirska ploča	Završni premaz Surface finish	Perm Perms
furnirska ploča tip 3 (9 mm) / Exterior-type Plywood (9 mm)	bez / None	45.9
furnirska ploča tip 3 (9 mm) / Exterior-type Plywood (9 mm)	jedan nanos <i>exterior primer</i> te dva nanosa <i>house paint</i> (uljni sistem) One coat exterior primer plus two coats <i>house paint</i> (oil system)	11.5
furnirska ploča tip 3. MDO jednostrano obložena (9 mm) / Exterior MDO Plywood One Side (9 mm)	bez / None	17.2
furnirska ploča tip 3. HDO obostrano obložena (13 i 16 mm) / Exterior HDO Plywood Both Sides (13 and 16)	bez / None	5.7

Tablica 2.
*Propusnost vodene
pare Water vapor
permeance*

* Prema: / According to: APA - The Engineered Wood Association, 2002.

3. HRN EN 314-2 Uslojeno drvo – Kakvoća čvrstoće vezanja – 2. dio: Zahtjevi.
4. HRN EN 635-2 Uslojeno drvo – Razredba prema vanjskom izgledu površine- 2. dio: Listače.
5. HRN EN 635-3 Uslojeno drvo – Razredba prema vanjskom izgledu površine- 3. dio: Četinjače.
6. HRN EN 636-1 Uslojeno drvo – Specifikacije – 1. dio: Zahtjevi za uslojeno drvo za uporabu u normalnim uvjetima.
7. HRN EN 636-2 Uslojeno drvo – Specifikacije – 2. dio: Zahtjevi za uslojeno drvo za uporabu u vlažnim uvjetima.
8. HRN EN 636-3 Uslojeno drvo – Specifikacije – 3. dio: Zahtjevi za uslojeno drvo za uporabu u vanjskim uvjetima.
9. Kljak, J.; Grubišić, I.; Brezović, M.; Trajković, J., 2002.: Brodograđevna furnirska ploča. Brodogradnja 50 (2) :213-218.
10. NIST Voluntary Product Standard PS 1-95: Construction and Industrial Plywood.
11. ... 2002: HDO / MDO Plywood – Product Guide APA – The Engineered Wood Association.
12. ... 1999: "Wood handbook - Wood as an Engineering Material", Forest Product Laboratory, Gen.Tech.Rep.FPL-GTR-113, Madison, WI.
13. ... 1993.:Plywood in Concrete Formwork. Plywood Association of Australia.