

Vjekoslav Živković¹

Sjaj i mjerenje sjaja

Gloss and gloss measurement

Stručni rad • Professional paper

Prispjelo - received: 15. 11. 2004. • Prihvaćeno - accepted: 24. 05. 2005.

UDK 630*812.115; 630*829.1

SAŽETAK • *Sjaj je svojstvo površine da odbija zrake svjetlosti koje padaju na nju pod određenim kutovima. Vrlo često služi kao kriterij za procjenu kvalitete proizvoda, osobito onih za koje je bitan estetski dojam. Osim vrste drva, na sjaj utječu i presjek, način obrade, upotrijebljeni premaz, debljina i broj slojeva premaza, te starost i mjesto upotrebe proizvoda. Mjerenjem sjaja lakirane površine pomoću određenog instrumenta želimo procijeniti dojam koji stječe neka osoba kada promatra tu površinu. Sjaj je moguće mjeriti vizualno, uspoređivanjem površina kod kojih razlike u sjaju nisu velike, ili uređajem za mjerenje. Intenzitet sjaja uvelike ovisi o kutu promatranja, odnosno o upadnom kutu svjetlosti, o kojemu ovisi i linearnost izmjerenih vrijednosti. Pri mjerenju na zaobljenim površinama potrebno se koristiti posebnim uređajima kako bi se dobili precizni rezultati. Pri izražavanju izmjerenih vrijednosti sjaja lakirane površine potrebno je navesti kojim je uređajem sjaj mjeren, pod kojim kutom, uz tehnološke podatke - koji je sustav obrade primijenjen, kakva je tehnika nanošenja, vrsta podloge i finoća brušenja.*

Ključne riječi: *sjaj, utjecaji na efekt sjaja, mjerenje sjaja, kut mjerenja, mjerenje na zaobljenim površinama*

ABSTRACT • *Gloss is the property of a surface to reflect directed light. It is often used as a criterion to evaluate the quality of a product, especially in the case of products where the aesthetic appearance is important. Apart from the influence of wood species, gloss is also affected by chemical composition, section, finishing technique, type of varnish used, thickness and number of varnish layers, as well as ageing and place of use of the product. By measuring gloss of a varnished surface by use of a specific instrument, our wish is to evaluate what is perceived by a person who is observing it. Gloss may be measured either visually, by comparing surfaces of similar gloss intensity, or by using instruments. Both, precision and linearity of measured values depend on the viewing conditions, i.e. measuring geometry. For measurements on curved surfaces it is necessary to use specially designed instruments. Together with measuring results it is necessary to emphasize the type of instrument, measuring geometry, type of varnish used, finishing technique, type of substrate and sanding conditions.*

Key words: *gloss, influences on gloss, gloss measurement, measuring angle, measuring on curved surfaces*

1 UVOD

1 INTRODUCTION

Riječ sjaj u svakodnevnoj upotrebi izražava svojstvo površine da odbija zrake svjetlosti koje padaju na nju pod određenim kutovima. Sjaj površine povećava se ili smanjuje ovisno o količini reflektirane

svjetlosti, koja pak ovisi o upadnom kutu. Na sjajnim se površinama upadne zrake odbijaju zrcalno (sl. 1), dok se na mat površinama odbijaju difuzno (u različitim smjerovima) (sl. 2).

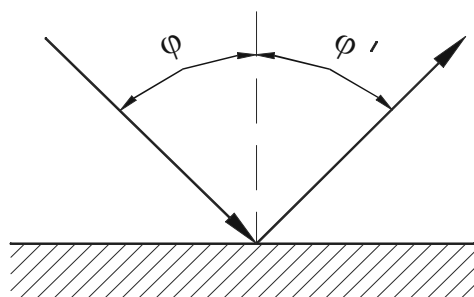
Poznato je da je sjaj subjektivni doživljaj čije vrednovanje ovisi o psihofizičkim osobinama pojedinca. Različiti pro-

¹Autor je asistent na Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu, Hrvatska.

¹Author is assistant at Faculty of Forestry, Zagreb University, Croatia.

matrači različito uočavaju male razlike u sjaju pri uspoređivanju dviju naoko sličnih ploha. U industriji je sjaj važan čimbenik kvalitete pri ocjenjivanju vizualnog dojma površine. Sjaj zapravo vrlo često služi kao kriterij procjene kvalitete proizvoda, osobito onih za koje je bitan estetski dojam. Vizualna procjena sjaja obuhvaća mnogo subjektivnih pogrešaka i zbog toga često nije dovoljna za ocjenu kvalitete. Za objektivnu je ocjenu potrebno imati kvantitativnu veličinu sjaja. Ipak, ne postoji neko sveobuhvatno i precizno numeričko vrednovanje sjaja čije bi vrijednosti odgovarale karakteristikama svih tipova površina (Myller i sur., 2003).

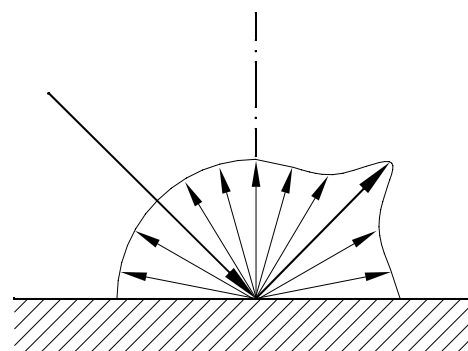
Slika 1.
Zrcalna refleksija
Figure 1
Specular reflection.



Proučavajući svojstva različitih tipova površina, može se uočiti da postoje različite vrste fenomena sjaja. Nakon opsežnih istraživanja provedenih u tom smislu, u National Bureau of Standards (SAD) zaključeno je da postoji najmanje šest različitih kriterija za vrednovanje sjaja. To su:

1. spekularni (zrcalni) sjaj,
2. sjaj kod velikih upadnih kutova svjetlosti,
3. kontrastni sjaj; koji se definira kao kontrast između zrcalno reflektirajućih i ostalih područja,
4. sjaj bez mutnoće; koji se javlja kao posljedica odsutnosti magličastih odnosno mliječnih efekata,
5. sjaj razlučivanja; koji razlučuje oštrinu zrcalnog dojma na površinama s visokim sjajem,
6. sjaj jednolikosti površine; koji je obilježen postojanjem dijelova površine različitog sjaja.

Slika 2.
Difuzna refleksija
Figure 2
Diffuse reflection



U skladu s navedenim, u svijetu su razvijene brojne instrumentalne metode mjerenja površinske refleksije, a svaka se specifično primjenjuje ovisno o osobitostima ispitivanih površina odnosno površinske refleksije (Renko, 1981; Smith, 1997).

Sjaj nije numerički apsolutno određen jer ovisi o nizu čimbenika. Zbog toga je normom (HRN EN ISO 2813: 2004) utvrđeno da jedinica za sjaj bude stoti dio vrijednosti sjaja etalona koji stvara optički glatka površina crnog stakla indeksa loma od 1,567 definirane minimalne apsorpcije svjetla. Tako je moguće da sjaj neke površine ima vrijednost veću i od 100, što znači da je uzorak većeg sjaja od etalona, a ne da je intenzitet reflektiranog svjetla na određenom uzorku veći od onoga koji pada na nj (Renko, 1981).

2 UTJECAJI NA SJAJ

2 INFLUENCES ON GLOSS

Sjaj uvelike ovisi o vrsti drva. Dok domaće vrste imaju relativno slab sjaj, u nekih je tropskih vrsta on dosta visok. Osim vrste drva, na sjaj utječu i presjek drva, način obrade, upotrijebljeni premaz, debljina i broj slojeva, starost i mjesto upotrebe.

Od anatomskih elemenata drva najveći utjecaj na sjaj imaju trakovi. Što ih je više i što su širi, to je i sjaj drva veći. Na radijalnom je presjeku površina trakova najveća, pa je i sjaj najveći.

Kristali smole i druge ekstraktivne tvari u drvu također povećavaju njegov sjaj.

Sjaj ovisi i o glatkoći prevlake i podloge na koju je nanosena. Čak i bespriječno obrađena površina ima neravnina koje su dijelom tragovi obrade, a dijelom strukturne neravnine. Laku koji se suši gubitkom hlapljive komponente tijekom otvrdnjavanja smanjuje se volumen i tako ulazi u sva udubljenja koja je prethodno zalio. Na površini zbog toga nastaju neravnine, posljedica kojih je svilenkast sjaj (Ljuljka, 1990).

Tamnije obojene površine pokazuju niži sjaj od svjetlijih pri istom načinu obrade. Uz jednak način obrade najveći sjaj pokazuje javor, a najmanji hrast.

Sjaj mjeren na različitim furnirima razlikuje se zbog razlike u poroznosti drva.

Veličina pigmentiranih čestica može imati vrlo velik utjecaj na sjaj nekog premaza. Čestice većih dimenzija proviruju iznad površine te tako uzrokuju stvaranje neravnina.

Debljina filma također može znatno utjecati na efekt sjaja. Ako je debljina filma znatno veća od veličine čestica, veće čestice

moгу potonuti, pa površina ostane glatka. Ta je pojava osobito zamjetna kod sredstava s niskom koncentracijom pigmentata. Na premazima s izrazito velikom količinom pigmentata ta pojava nije moguća, tako da debljina filma nema nikakav utjecaj na sjaj, već samo veličina pigmentiranih čestica. Osim toga, debljina filma nije jednaka duž cijele površine elementa pri obradi uranjanjem. U donjem je dijelu elementa film dosta deblji, što otežava mjerenje i izražavanje rezultata.

Sjajnije izgledaju zaobljeni i tokareni elementi nego ravne plohe, čak i ako su od istog materijala i obrađene na jednak način. To je posljedica drugačijeg loma svjetlosti (Podjed, 2001; Renko, 1981).

Da bi se postigao željeni efekt sjaja, površinu je moguće i naknadno usjajiti ili matirati, za što se primjenjuju odgovarajući postupci (Renko, 1981; Ljuljka, 1990).

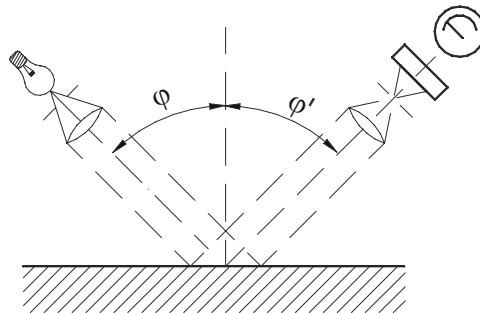
3 UVODNE NAPOMENE O MJERENJU SJAJA

3 ABOUT GLOSS MEASUREMENT

Često se govori o laku koji ima određeni postotak sjaja. To, međutim, nije pravilno reći niti je moguće utvrditi, jer je s istim lakom moguće postići različite efekte sjaja, ovisno o kvaliteti obrade, vrsti i boji podloge, tehnici nanošenja, debljini filma i mnogim drugim činiteljima. Možemo govoriti o sjaju lakirane površine, ali pri tome treba navesti kojim je uređajem mjeren, pod kojim kutom, koji je sustav obrade primijenjen, kakva je tehnika nanošenja, vrsta podloge i finoća brušenja (Rašić, 1986; Sewell, 1996).

Mjerenjem sjaja lakirane površine pomoću određenog instrumenta želimo procijeniti dojam koji stječe neka osoba kada promatra tu površinu. Iz navedenoga proizlazi da sjaj nije samo fizikalna pojava nego i psihološka, što dodatno otežava postupak mjerenja i dovodi do toga da različiti promatrači daju različitu ocjenu iste površine zbog toga što ne stječu isti dojam (Obein i sur., 2004).

U domaćoj se praksi mjerenje sjaja prvi put spominje u članku iz Drvne industrije (Smolčić, 1958), u kojemu se navodi da se sjaj laka ispituje na način da se uzorak koji se ispituje i standardni uzorak nanese na crnu staklenu ploču lijevanjem, a nakon sušenja filma sjaj se promatra tako da se vizualno uspoređi refleksija izvora svjetla na pojedinoj ploči. Istu je usporedbu moguće provesti s drvenim pločama, i to na



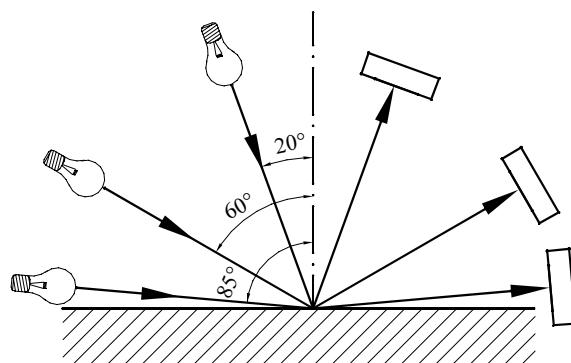
Slika 3.
Shema uređaja za mjerenje sjaja na ravnim površinama
Figure 3
The basic principle of gloss measurement on a flat surface

jednak način. Važno je pritom voditi brigu da se lak nanese u istoj debljini, jer sjaj uvelike ovisi i o debljini filma. Točnija su se mjerenja obavljala pomoću fotoelektričnih aparata za mjerenje sjaja. Ti su aparati davali direktna očitavanja postotka refleksije svjetlosne zrake uperene na površinu te reflektirane na fotoelektričnu ćeliju. Dobiivena su se očitavanja mogla jednostavno uspoređivati sa standardnim uzorkom ili s prethodnim mjerenjima.

4 METODE MJERENJA

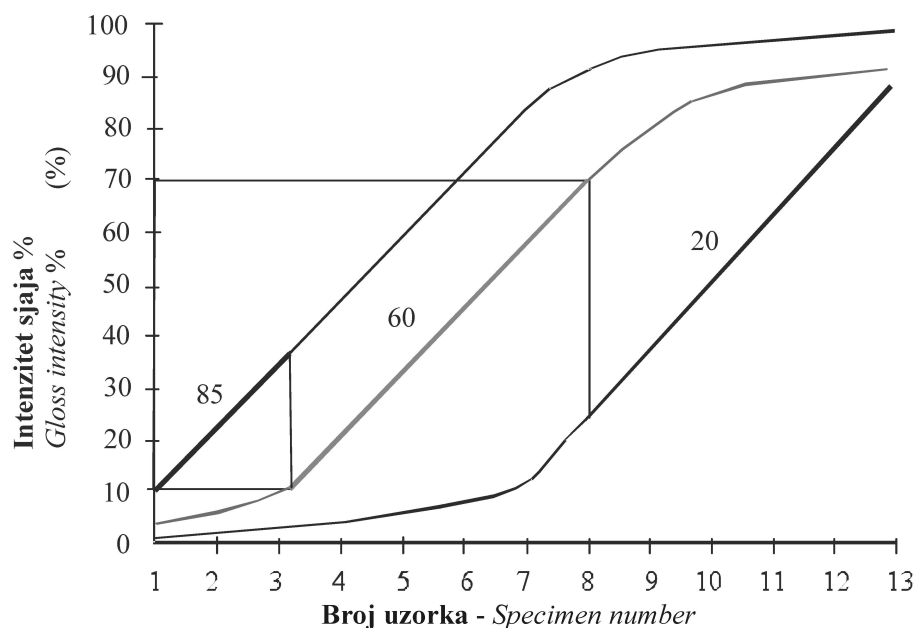
4 MEASURING METHODS

Iako trenutačno važeća HRN norma ne poznaje ocjenjivanje sjaja usporedbom uzoraka, u SAD-u postoji norma koja propisuje način vizualnog ocjenjivanja sjaja površina u kojih razlike u sjaju nisu velike (ASTM D 4449-90). Pri tome nije riječ o usporedbi s etalonom (referentnim uzorkom), već o usporedbi sjaja više uzoraka koji se ocjenjuju. Ocjenjivanje se provodi uz točno utvrđene uvjete osvjetljenja, a posebnu je pozornost potrebno pridati oštirini slike (svjetiljke) koja predstavlja finoću,



Slika 4.
Kutovi mjerenja
Figure 4
Measurement geometry

Slika 5.
Linearnost izmjerenih vrijednosti
Figure 5
Linearity of measured values



| | | | |
|--|---------|-------------|-----|
| Izmjerene vrijednosti Measured values | <10(30) | 10(30)...70 | >70 |
| Kut mjerenja Measurement angle | 85° | 60° | 20° |

odnosno kvalitetu sjaja površine, te širenje reflektirane svjetlosti u mračno područje između fluorescentnih cijevi ili oko žarulje, što otkriva postojanje zamagljenja. Tijekom istraživanja koje su proveli Obein i sur., 2004, analizirajući uzorke jedino pitanje koje se postavljalo glasilo je: "Koji par uzoraka pokazuje veću razliku?". Opažač se imao pravo predomisli i nakon što je već

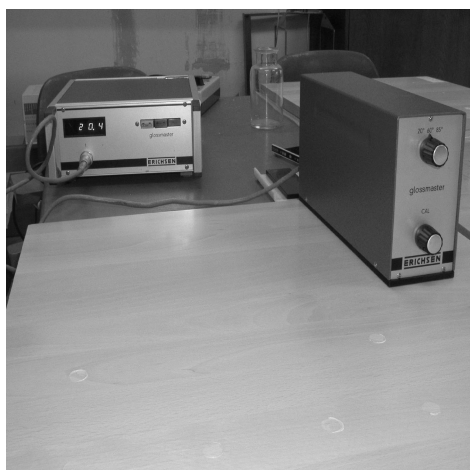
Zraka svjetlosti, koja predstavlja (oponaša) dnevnu svjetlost, usmjerava se prema ispitivanoj površini, a reflektira prema prijamniku (detektor), koji zamjenjuje ljudsko oko, te se mjeri intenzitet (sl. 3). Intenzitet sjaja mjeri se u jedinicama sjaja (JS) (engl. gloss unit ili skraćeno GU; prema Sewell, 1996) poliranog crnog stakla indeksa loma 1,567 koje je definirano kao 100 JS, a vrijednosti se izražavaju u usporedbi s etalom.

Alić (1997) opisuje i mjerenje sjaja uređajem prema Buglaju. Mjerenje se zasniva na jasnoći stvaranja virtualnih likova na površini, a temelji se na činjenici da se najveća jasnoća postiže na zrcalu, a na mat površini ti se likovi ne stvaraju. Kao likovi koriste se brojevi različitih veličina, a sjaj se izražava onom veličinom broja koji se jasno odražava na površini. Na temelju ove ocjene sjaj se razvrstava u deset različitih skupina.

5 UTJECAJ KUTA MJERENJA 5 INFLUENCE OF MEASURING ANGLE

Iako se možda ne čini bitnim, intenzitet sjaja uvelike ovisi o promjeni kuta promatranja. List papira, na primjer, na stolu može davati dojam kao da uopće nije sjajan, ali će izgledati vrlo sjajno kad se promatra pod vrlo velikim kutom (npr. pri $\phi > 80^\circ$). Zbog toga se uređaji za mjerenje sjaja proizvode s pet mjernih kutova, no u drvnoj se industriji koriste tri i to redom 20, 60 i

Slika 6.
Uređaj za mjerenje sjaja
Figure 6
Glossmeter



odgovorio, a vrijeme ocjenjivanja nije se ni ograničavalo ni mjerilo. Ocjene su davane ovisno o veličini razlike uočene između pojedinih parova uzoraka.

Drugi je način mjerenje sjaja prema HRN EN ISO 2813 normi, koja je praktički istovjetna s ASTM D 523-89 normom i koja točno propisuje princip rada uređaja za mjerenje, kao i tumačenje dobivenih rezultata.

85° (sl. 4), kako bi izmjerene vrijednosti bile što preciznije, odnosno kako bi se osigurala linearnost izmjerenih vrijednosti (sl. 5) (Sewell, 1996; Podjed, 2001).

Izbor mjernog kuta ponajprije ovisi o tipu materijala koji se mjeri, međutim kut od 60° najčešće se koristi za pigmentirane i transparentne lakove (neprozirne i prozirne). Kut od 20° daje najbolje rezultate pri mjerenjima na sjajnim i visokosjajnim površinama, a kut od 85° najprimjereniji je za površine sa slabim sjajem. Kada izmjerena vrijednost pri 60° iznosi manje od 30 (Podjed, 2001; Renko, 1981) (površina sa slabim sjajem), odnosno manje od 10 (HRN EN ISO 2813), koristimo se kutem od 85°, a kada je veća od 70, primjerenije se koristiti kutem od 20°. Ostali se uzorci mjere pod kutem od 60°.

6 UREĐAJI ZA MJERENJE SJAJA 6 INSTRUMENTS FOR GLOSS MEASUREMENT

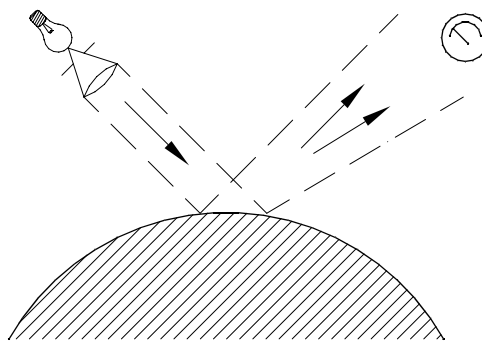
U praksi se za mjerenje sjaja rabe uređaji raznih proizvođača koji se u načelu sastoje od dva osnovna dijela - galvanometra i mjernog tijela (sl. 6). U galvanometar su ugrađeni transformator i mikroampermetar sa skalom, a u mjerno je tijelo ugrađena fotočelija koja registrira reflektirane zrake (Podjed, 2001). Kako bi se osigurala odgovarajuća preciznost kuta mjerenja, izvor svjetlosti i fotočelija smješteni su u kutiju napravljenu od aluminija, koja daje potrebnu stabilnost mjernog tijela (kuta mjerenja). Mjerno se tijelo prisloni na površinu i očitaju izmjerene vrijednosti, ovisno o kutu pod kojim se mjeri (Sewell, 1996).

Uređaj je prije svake upotrebe potrebno kalibrirati. Kalibriranje se može obaviti pomoću tzv. primarnih i sekundarnih (radnih) standarda. Kao primarni standard služi crno staklo visokog sjaja s indeksom loma svjetlosti od 1,567, čija izmjerena vrijednost sjaja iznosi 100 jedinica sjaja (JS). Sekundarni standard čine etalon od crnog baršuna, koji služi kao površina koja ne reflektira svjetlosne zrake - izmjerena vrijednost sjaja je 0 JS, i etalon od poliranog crnog stakla koje ima odgovarajući sjaj (vrijednost manja od 100). Treba napomenuti i to da je sekundarne (radne) standarde potrebno povremeno provjeriti uspoređujući ih s primarnima (HRN EN ISO 2813, 2004). Pri mjerenju pod 60°, zrcalna površina pokazuje vrijednost sjaja 100 JS, dok većina drvenih lakiranih površina pokazuje vrijednosti između 0 i 90 JS. Takav se uređaj uspješno koristi za mjerenja na ravnim ploham, ali na zakriv-

ljenim ga površinama (na tokarenim elementima na primjer) nije moguće koristiti.

7 MJERENJE NA ZAoblJENIM POVRŠINAMA 7 MEASURING ON CURVED SURFACES

Pri mjerenju na zaobljenim površinama dolazi do rasapa svjetlosnih zraka, tako da očitavanja na instrumentu daju mnogo manje vrijednosti od stvarnih. Ta je pojava osobito vidljiva na zaobljenim površinama malog radijusa, osvijetljenim pod niskim



Slika 7.
Mjerenje sjaja na zaobljenim površinama standardnim uređajem
Figure 7
Gloss measurement on a curved surface using standard glossmeter

upadnim kutom, najčešće 85° (sl. 7). Što je upadni kut oštiji, primjerice 20°, i što je radijus zaobljenja veći, to je osvijetljena površina manja i ravnija, pa su i očitavanja točnija. Problem, međutim i dalje ostaje jer se jednostavnim smanjenjem otvora pri većim vrijednostima sjaja netočnost očitavanja naglo povećava.

Precizno je moguće izmjeriti sjaj zaobljenih površina samo pomoću uređaja s malim otvorom koji je posebno proizveden baš za tu namjenu. U ovom je slučaju mjerno područje veličine samo 2 x 2 mm (a ne 20 mm kao u klasičnim uređajima) i omogućuje precizno mjerenje sjaja na zaobljenim površinama do radijusa zaobljenja od minimalno 12 mm. Pri manjim radijusima povećava se netočnost mjerenja, ali je izmjerene vrijednosti na površinama istog radijusa moguće upotrijebiti za usporedbu.

Nedostatak spomenute metode mjerenja jest to da je zbog vrlo male površine na kojoj se obavlja mjerenje (oko 3 % površine mjerenja na ravnim ploham), utjecaj manjih nesavršenosti obrade (ogrebotine, mjehurići zraka) na točnost izmjerenih vrijednosti mnogo veći (Sewell, 1996).

8 ZAKLJUČAK 8 CONCLUSION

Kada se dijelovi istog proizvoda ili proizvodi koji čine garnituru ne proizvode u istom proizvodnom pogonu ili istodobno,

vrlo je važno da osim jednake boje i sjaj lakiranih površina bude jednak. Stoga su razvijene instrumentalne metode mjerenja, kao i norme prema kojima se one provode.

Za tumačenje izmjerenih vrijednosti, osim iskazane brojčane veličine, treba točno navesti i kut pod kojim je mjerenje obavljeno (HRN EN ISO 2813). Tim je veličinama sjaj lakirane površine točno definiran. U praksi se još uvijek mogu naći podjele lakiranih površina na visokosjajne (>80 JS), sjajne (60 - 80 JS), polusjajne (35 - 60 JS), polumat (10 - 35 JS) i mat (< 10 JS) (EN 927 - 1: 1996).

Izmjerene vrijednosti sjaja, naravno, možemo svrstati u skupine kako se to u praksi obično i radi, međutim nikako ih ne smijemo shvatiti kao klase kvalitete, jer površina koja ima veći sjaj ni po čemu nije kvalitetnija od one slabijeg sjaja. Vrijednost dobivena mjerenjem pokazuje samo kakav dojam dobiva čovjek promatrajući neku površinu, odnosno jesmo li postigli željeni dojam sjaja (Alić, 1997).

6 LITERATURA 6 REFERENCES

- Alić, O., 1997: Površinska obrada drveta. Sarajevo.
- **** ASTM D 4449-90 Standard test method for visual evaluation of gloss differences between surfaces of similar appearance.
- **** ASTM D 523-89 Standard test method for specular gloss
- **** EN 927 - 1, 1996. Boje i lakovi - Prekrivni materijali i prekrivni sustavi za drvo izloženo vanjskim utjecajima - 1. dio: Razredba i selekcija.
- **** HRN EN ISO 2813, 2004. Boje i lakovi - Određivanje sjaja nemetalnih prevlaka pri 20 stupnjeva, 60 stupnjeva i 85 stupnjeva.
- Jaić, M., Živanović - Trbojević, R., 2000: Površinska obrada drveta. Beograd.
- Ljuljka, B. 1990: Površinska obrada drva. Zagreb
- Myller, K., Silvennoinen, R., Peiponen, K.-E., 2003: Gloss inspection of metallic products by diffractive optical element based sensor. Opto-electronics review 11(1), 35-38.
- Obein, G., Knoblauch, K., Viénot, F., 2004: Difference scaling of gloss: Nonlinearity, binocularly and constancy. Journal of vision 4(9), 711-720.
- Podjed, J., 2001: Kaj je dobro vedeti o sija-ju. Revija Les 53(10), 351-352.
- Rašić, M., 1986: Određivanje sjaja na lakiranim površinama. Drvna industrija 37(5-6), 144-146.
- Renko, D., 1981, 1982: O sjaju lakiranih površina. Drvna industrija 32-33 (9-10,11-12,1-2,3-4).
- Sewell, G., 1996: Outshining your competitors. Furniture Manufacturer (november) 43-44.
- Smith, K.B., 1997: A sharper look at gloss. Surface Coatings International (12), 573-576.
- Smolčić, Z., 1958: Ispitivanje i kontrola kvalitete materijala za površinsku obradu. Drvna industrija 9(56), 66-71.

Corresponding address:

VJEKOSLAV ŽIVKOVIĆ, BSc (Assistant)
Department for construction and design of wooden products technology
Zagreb University, Faculty of Forestry
Svetošimunska 25 - ZAGREB
CROATIA
e-mail: zivkovic@sumfak.hr