

Mr. Sc. Hrvoje Turkulin, Mr. sc. Vlatka Jirouš-Rajković
Šumarski fakultet Zagreb

Ubrzano ispitivanje postojanosti površine drva

QUV - Uredaj za ubrzano izlaganje atmosferskim utjecajima

Accelerated weathering of wood surfaces

The QUV accelerated weathering tester

Stručni rad

*Prispjelo: 24. 01. '95. • Prihvaćeno: 30. 03. '95. • UDK 630*829.1*

SAŽETAK • Drvo je nepostojano pri djelovanju vanjskih klimatskih uvjeta, pogotovo svjetla i vode. Visoka cijena obnavljanja površinskog sloja uvjetuje potrebe ispitivanja procesa svjetlosne razgradnje i načina njezina sprečavanja. QUV je uređaj za ubrzano izlaganje atmosferskim utjecajima pomoći kojega možemo predvidjeti relativnu trajnost materijala izloženog vanjskim utjecajima. Kiša i rosa oponašaju se kondenzacijskim sustavom, a sunčana svjetlost fluorescentnim UV (ultravioletno zračenje) svjetiljkama. Uzorci se izlažu izmjeničnim ciklusima svjetla i vlage pri kontroliranoj povišenoj temperaturi. Za nekoliko dana ili tjedana QUV može reproducirati oštećenja što nastaju nakon nekoliko mjeseci ili godina izlaganja atmosferskim utjecajima.

Ključne riječi: izlaganje atmosferskim utjecajima, uređaj za ubrzano testiranje, trajnost drva.

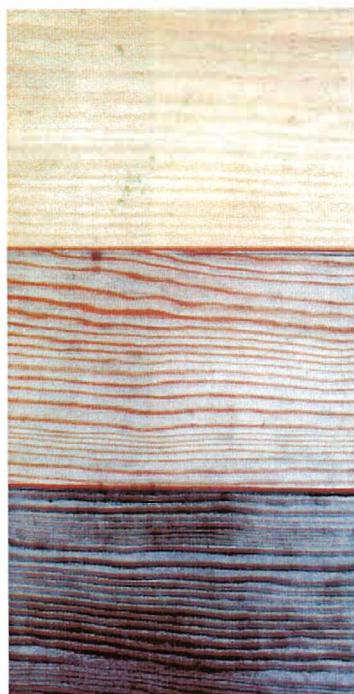
SUMMARY • Wood durability is affected by outdoor climatic conditions, mainly by action of light and moisture. High maintenance costs determine the need for investigation of photodegradation process and means of its prevention. The QUV is an accelerated weathering apparatus which serves to predict the relative durability of materials exposed to outdoor environment. Rain and dew are simulated by a condensation system and the damaging effects of sunlight are simulated by fluorescent UV (ultraviolet) lamps. Materials are tested by exposure to alternating cycles of light and moisture, at controlled, elevated temperatures. In a few days or weeks, the QUV can reproduce the damage that occurs over months or years out of doors.

Key words: weathering, accelerated weathering tester, wood durability.

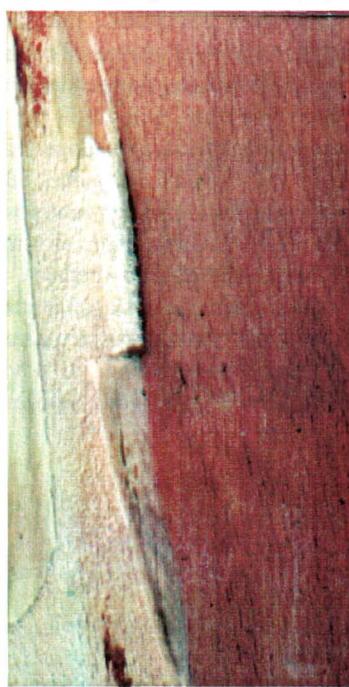
Problem relativne postojanosti površine drvnih elemenata pri djelovanju vanjskih klimatskih utjecaja jedan je od najvažnijih činitelja smanjenja konkurentnosti drva u odnosu prema nekim drugim građevnim materijalima. Dobar primjer je sve češća upotreba aluminija ili plastike za izradu prozora i vrata. Pri istodobnom djelovanju sunčane svjetlosti i vode površinski se razgrađuju osnovni drvni sastojci: lignin i celuloza. Površina se pretvara u sloj slabo povezanih celuloznih vlakana koje dodatno napadaju mikroorganizmi (npr. gljive uzročnici sivljenja). To smanjuje dekorativna obilježja drva, povećava njegovu poroznost te drastično smanjuje sposobnost površinskog sloja da drži premaz (sl. 1). S tim su u vezi i visoki troškovi obnavljanja površinskog sloja, a to obeshrabruje kupce drvenih građevnih elemenata i potiče zamjenu drva drugim materijalom.

Sve je naglašeni ja potreba za ispitivanjem procesa svjetlosne razgradnje i načina njezina sprečavanja. To bi pridonjelo sveobuhvatnijoj primjeni domaćih vrsta drva (osobito četinjača) bez zaštite bojom. Mnogo bi važnije postignuće bilo produljenje trajnosti prozirnih i poluprozirnih sustava površinske obrade, jer njihova postojanost najviše ovisi o postojanosti površinskog sloja drva i međusobnoj adheziji. Izloženost drvnih proizvoda svjetlosti u trajanju samo tjedan dana prije površinske obrade smanjuje adheziju premaza (Williams, Feist, 1993), a premaz se uopće ne bi smio nanositi ako je to razdoblje dulje od šest tjedana. Na slici 4. prikazane su posljedice slabe adhezije premaza na drvu izloženome atmosferskim utjecajima u trajanju šest mjeseci.

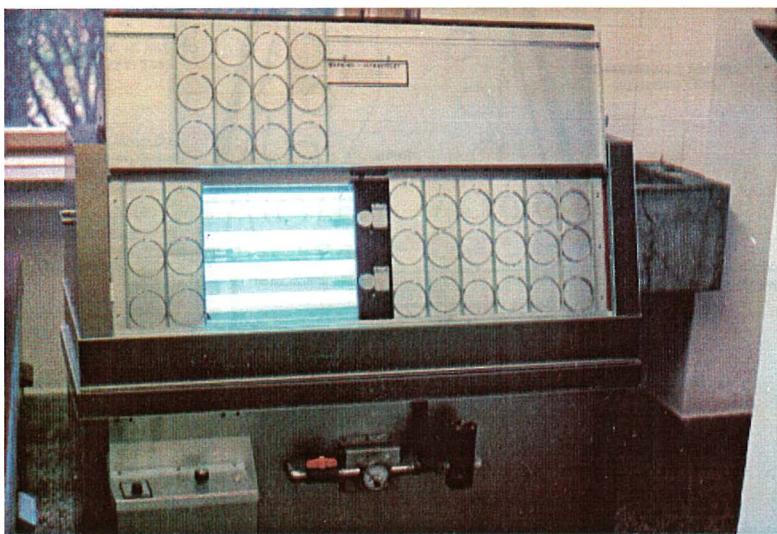
Poseban problem čini ljuštenje prozirnih pokrivenih premaza za drvo. Čak i ako je sam premaz relativno postojan prema svjetlosnoj razgradnji, prolazak svjetlosti kroz



Slika 1.
Karakteristične
promjene površinskog
sloja uslijed svjetlosne
razgradnje •
*Characteristic changes
of wood surface due to
photodegradation.*



Slika 2.
*Ljuštenje prozirnih premaza za drvo. (•
Peeling of the transparent wood finish.*

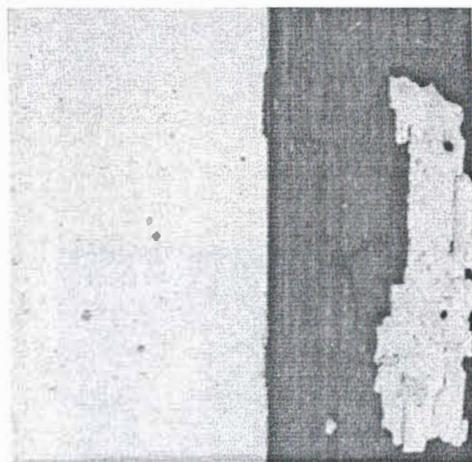


Slika 3.
*QUV uređaj
instaliran na Šumarskom
fakultetu u toku rada.
Četiri nosača uzoraka
podignuta su iz glavnog
otvora na otkopljena
vrata kako bi se vidjele
cijevi. • QUV apparatus
installed at the Faculty
of Forestry during
operation. Four sample
holders removed from
the main opening to the
swung-up door in order
to show the lamps.*

Slika 4.

Postojanost površinskog sustava bezolovne temeljne boje i alkidnog naličja nakon šest mjeseci izlaganja. Lijevo: sustav nanešen na novu podlogu; desno: sustav nanešen na podlogu prethodno prirodno izloženu u trajanju od šest mjeseci.

- *Durability of the leadless primer-alkyd paint system after six months of natural exposure. Left: the system applied on a new substrate; right: the system applied on a surface previously weathered for six months.*



njega razgrađuje površinski sloj drva, što rezultira greškama. Na slici 2. vidljivo je da su na donjoj strani odvojenog filma zaostala drvna vlakanca, što znači da razgradnja nije uzrokovala popuštanje veze drvo - premaz nego slabljenje potpovršinskog sloja podlage.

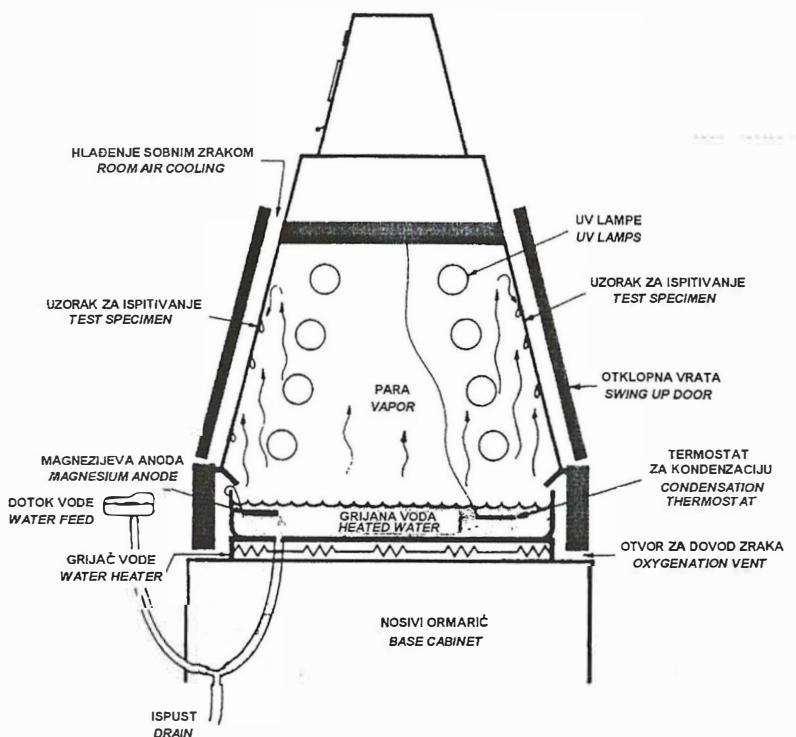
Ispitivanja postojanosti površine drva prema djelovanju svjetlosti i vode nužna su da bi se utvrdila stvarna otpornost određene vrste drva, slobodnog filma premaza ili pak adhezivne veze između premazai podloge. (Kockott, 1993.). Prirodno realno izlaganje, iako dugotrajno, omogućuje uvid u stvarne posljedice djelovanja atmosferskih utjecaja, ali samo unutar klimatskih i vremenskih odrednica.

Metode ubrzanih izlaganja atmosferskim utjecajima vrlo su korisne u istraživanjima trajnosti neobrađenih i površinski obrađenih drvnih proizvoda izloženih na

otvorenome, posebno zato što se uvjeti izloženosti drva mogu kontrolirati i ponoviti. Proizvođačima sredstava za površinsku obradu te su metode osobito važne jer im prilikom razvoja novog proizvoda ili poboljšanja postojećega ne odgovara čekanje od godinu ili dviće na rezultate realnog izlaganja kako bi dobili informaciju o tome je li njihovo posljednje poboljšanje proizvoda zaista napredak. Budući da se svi oblici uništavanja drva prirodnim izlaganjem ne mogu zajednički simulirati (razaranje UV svjetlosti, vlaženje drva tekućom vodom te djelovanje mikroorganizama gljivica i bakterija), ubrzana testiranja većinom se temelje na učincima djelovanja UV svjetlosti tj. zračenja i vlage. Za ubrzana testiranja odnosno izlaganja atmosferskim utjecajima na tržištu postoje uređaji različitih komercijalnih naziva i izvedaba npr. Xenotest 1200, Suntest, Atlas Weatherometer (WOM) itd. Troškovi nabave i održavanja tih uređaja prilično su visoki pa oni nisu dostupni svim proizvođačima i korisnicima sredstava za površinsku obradu ili/ i drvnih proizvoda. To stvara probleme i u normizaciji postupka ubrzanog starenja (izlaganja atmosferskim utjecajima) premaza za drvo izloženo na otvorenome. Normizacija tog postupka, na kojoj se trenutno radi i u Europi, omogućit će usporedbu rezultata različitih testiranja. QUV uređaj za ubrzano izlaganje atmosferskim utjecajima tvrtke The Q-Panel Compnay (Cleveland, Ohio/SAD) standardni je uređaj za ubrzano izlaganje atmosferskim utjecajima

Slika 5.

Pojednostavljeni poprečni presjek QUV uređaja tokom kondenzacijskog ciklusa. (Slike 5 i 6 objavljujemo s dopuštenjem Q-PANEL CO.) • Simplified cross section of the QUV apparatus during condensation cycle. (Figs. 5 and 6 reproduced with the permission of the Q-PANEL CO.).



nemetalnih materijala prema normi ASTM G 53-88 (Sell, Weiss 1989). Tisuće QUV uređaja instalirano je u više od 45 zemalja širom svijeta. Tako širokoj rasprostranjenosti uređaja pridonijela je njihova jednostavnost, niži troškovi nabave i održavanja. Ukupni godišnji troškovi rada QUV uređaja iznose manje od 10% takvih troškova uređaja s ugljenim lukom (Sunshine Carbon Arc XW-WR) ili uređaja s ksenonskim svjetiljkama (Xenon Arc 6500 WR).

U QUV uređaju uzorci su izloženi UV svjetlosti te, ako je to za ispitivanje potrebno, i kondenzaciji vode u izmjeničnim ciklusima proizvoljnog trajanja. Izvor UV svjetlosti su fluorescentne svjetiljke tj. svjetlosne cijevi (po četiri sa svake strane, sl. 3 i 5). U svakoj fluorescentnoj cijevi nastaje slaba zelenasta svjetlost i puno ultraljubičastog zračenja koje zrači iznutra obloženi prah zbog čega dolazi do pojavе vidljivog svjetla. Kiša i rosa simuliraju se kondenzacijom vode na izloženim ploham. Naime, uzorci su s jedne strane izloženi zagrijanoj, zasićenoj mješavini zraka i vodene pare, a stražnja se strana uzorka hlađi zrakom prostorije (sl. 5). U komori nema rotirajućih elemenata. Periodičnim mijenjanjem položaja uzorka u komori osigurava se ujednačenost njihova ozračivanja. Uvjeti izlaganja u uređaju mogu se mijenjati izborom fluorescentnih UV svjetiljki (tj. spektralnog područja zračenja), trajanjem UV-a i kondenzacijskih razdoblja u ciklusu, temperaturom prilikom UV izlaganja i temperaturom prilikom kondenzacije. Varijanje tih činitelja specifično je za taj uređaj i nije moguće u realnim uvjetima izlaganja i nekim prijašnjim uređajima za ubrzano starenje.

Za razliku od standardnog QUV uređaja, model QUV Spray Option pogodan je za ispitivanje uništavanja drva uzrokovanih

toplinskim "šokovima" i erozijom zbog djelovanja vode. Moguće je izabrati tri vrste programa štrcanja ili kondenzacije: 1. štrcanje od nekoliko minuta na početku kondenzacijskog ciklusa, da bi se postigli toplinski "šokovi" (naglo hlađenje površine); 2. štrcanje od nekoliko sati, umjesto kondenzacije, da bi se postigla erozija; 3. kondenzacija bez štrcanja. Pri trećem postupku QUV radi u normalnim kondenzacijskim ciklusima. U Spray Option izvedbi iz 12 sapnica (po šest sa svake strane), smještenih između UV svjetiljaka, na površinu uzoraka štrca voda uvijek kada svjetiljke nisu uključene. Voda za štrcanje uzoraka mora biti pročišćena, odnosno mora sadržavati manje od 20 ppm otopljenih krutih tvari i imati pH 6-8, što zahtijeva dobar sustav pročišćavanja vode.

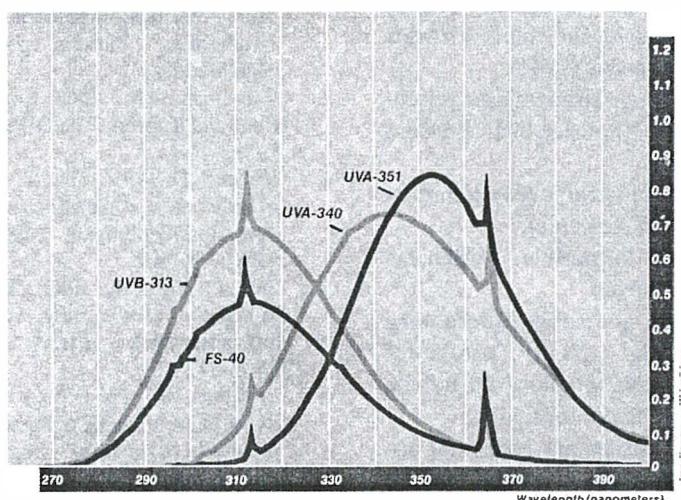
Izbor svjetiljaka za QUV uređaj ovisi o specifičnostima ispitivanja. Poznato je da se UV zračenje dijeli na tri uža spektralna područja (Brennan, 1987) :

1. UV-A zračenje: 315-400 nm,
 2. UV-B zračenje: 280-315 nm,
 3. UV-C zračenje: ispod 280 nm

Za QUV postoje četiri vrste svjetiljaka: dvije vrste za UV-B zračenje i dvije vrste za UV-A zračenje. Sve svjetiljke uglavnom proizvode samo UV svjetlost i električki su jednake uobičajenim fluorescentnim svjetiljkama od 40 W. Međusobno se razlikuju po ukupnoj količini emitirane UV energije i spektralnom području svjetlosti.

UV-B svjetiljke (sl. 6) najčešće se upotrebljavaju za simuliranje oštećenja uzrokovanih sunčanom svjetlošću na otvorenome. One skraćuju trajanje izlaganja u mnogim testiranjima i pogodne su za testiranja generički sličnih tipova polimera.

Fluorescent UV Lamps for the Q-U-V



Differences in lamp energy or spectrum can cause significant differences in test results. The particular application determines which lamp should be used.

Slika 6.

Spektralne karakteristike fluorescentnih UQU cijevi. • Spectral characteristics of the UQU fluorescent lamps.

UV-A svjetiljke (sl. 6) služe za testiranja generički različitih tipova polimera. Svjetlost tih svjetiljaka ne uzrokuje tako brzu razgradnju materijala kao pri osvjetljavanju UV-B svjetiljkama ali će rezultati biti mnogo bliži onima pri stvarnom izlaganju. Svjetiljke UVA-351 (oznaka proizvođača Q-PANEL) preporučuju se za simulaciju sunčane svjetlosti filtrirane kroz prozorsko staklo.

Budući da svjetlosna energija fluorescentnih svjetiljaka s vremenom slabiti, preporučljivo ih je zamijeniti nakon 1 600 sati rada. Da ne bi nastale prevelike razlike u intenzitetu radijacije pri promjeni svjetiljaka, dobro je da se sve ne mijenjaju odjednom. Svakih se 400 sati rada po jedna svjetiljka s najvećim brojem sati rada na svakoj strani zamjenjuje novom tako da na svakoj strani radi jedna nova, te po jedna od 1 200 sati, 800 sati i 400 sati.

Najnoviji QUV uređaji imaju precizan sustav reguliranja energije zračenja (model QUV Solar Eye), koji omogućuje točniju kontrolu uvjeta izlaganja, produženje vijeka trajanja svjetiljaka i točnije opetovanje ciklusa izlaganja.

Zahvaljujući rezultatima istraživanja u sklopu projekta međunarodne suradnje Šumarskog fakulteta iz Zagreba s britanskim kolegama iz BRE (Building Research Establishment) instituta, te osobnom zauzimanju dr. Erica Roya Millera, tvrtka Q-Panel Company poklonila je Šumarskom fakultetu Sveučilišta u Zagrebu najmoderniji QUV Solar Eye Spray Option uređaj kako bi se istraživanja trajnosti površinskog sloja neobrađenoga i površinski obrađenog drva mogla obavljati i u nas.

Često se ponavlja pitanje koliko sati izlaganja u QUV uređaju odgovara godini dana prirodnog izlaganja atmosferskim utjecajima. Na to je pitanje nemoguće odgovoriti zbog velikih razlika i složenosti prirodnih izlaganja. Međusobni odnosi QUV izlaganja i realnog izlaganja ovise o brojnim činiteljima, a između ostalih, prema Grossmanu (1984):

1. zemljopisnoj širini mesta prirodnog izlaganja drva (položaj bliži ekuatoru više UV zračenja),
2. nadmorskoj visini (veća nadmorska visina znači više UV zračenja),
3. lokalnim klimatskim osobinama kao što su vjetar ili rosa,
4. slučajnjim godišnjim kolebanjima vremenskih uvjeta (mogu uzrokovati oštećenja koja variraju u odnosu 2:1 u dvije uzastopne godine na istoj lokaciji),
5. varijacijama prema godišnjim dobima (npr. zimska izlaganja mogu iznositi samo 1/7 jačine ljetnih izlaganja),
6. smjeru odnosno položaju uzoraka,

7. djelomičnoj izolaciji uzoraka (drvni uzorci za vanjsku izloženost s izoliranim stražnjom stranom često propadaju 50% brže nego neizolirani uzorci),

8. radnim ciklusima QUV uređaja (broj sati izlaganja UV ciklusima i sati kondenzacijskih ciklusa),

9. temperaturi rada QUV uređaja (toplina ubrzava proces uništavanja),

10. karakteristikama materijala koji se ispituje.

Iako je nemoguće pronaći univerzalni konverzijski "faktor ubrzanja", mnogi laboratorijski imaju svoje interne faktore za pretvaranje QUV sati u sate prirodnih izlaganja. Ti su faktori dobiveni empirijskim usporedbama laboratorijskih QUV ispitivanja s realnim izlaganjima i vrijede samo za materijale koji su ispitivani, za specifične QUV cikluse i temperature, te za specifična mesta prirodnih izlaganja i postupke postavljanja uzoraka. Svaki laboratorij koji ima iskustva s realnim izlaganjima svojih materijala može za nekoliko mjeseci razviti vlastiti QUV "faktor ubrzanja". Ako nema iskustva s vlastitim materijalima, može se koristiti konkurentnim materijalom za koji postoje podaci o trajnosti u varijskoj uporabi.

Iako metode ubrzanog izlaganja atmosferskim utjecajima daju samo relativne podatke o trajnosti materijala u usporedbi s nekim drugima, a ne apsolutni broj godina trajanja materijala u uporabi, one su danas prijeko potrebne jer u kratkom vremenskom razdoblju mogu dati realne informacije o tome koja se vrsta materijala, sastav ili proizvod najbolje ponaša u specifičnim uvjetima.

LITERATURA

1. Arnold, M., Sell, J., Feist, W.C. 1991.: Wood weathering in fluorescent ultraviolet and xenon arc chambers. Forest Prod. J., 41(2):40-44.
2. Brennan, P.J. 1987.: Improved UV light source enhances correlation in accelerated weathering. Plastics compounding, March/april.
3. Grossman, D.M. 1984.: Correlation questions and answers. The Q-Panel Company, L-833-1/84.
4. Kockott, D. 1993.: Theorie und Praxis der natürlichen und künstlichen Bewitterung von Beschichtungen. Farbe und Lack, 99(8):718-723.
5. Sell, J.; Weiss, K. 1989.: Apparat für die künstliche Bewitterung von Holz und Holzanstrichen. Farbe und Lack, 95(6):417:418.
6. Williams, R.S., Feist, W.C. 1993.: Durability of paint or solid-color stain applied to preweathered wood. Forest Prod. J., 43(1):8-14.
7. *** Operating Manual Q.U.V. Accelerated Weathering Tester. The Q-Panel Company 26200 First St., Cleveland, OHIO 44145, SAD