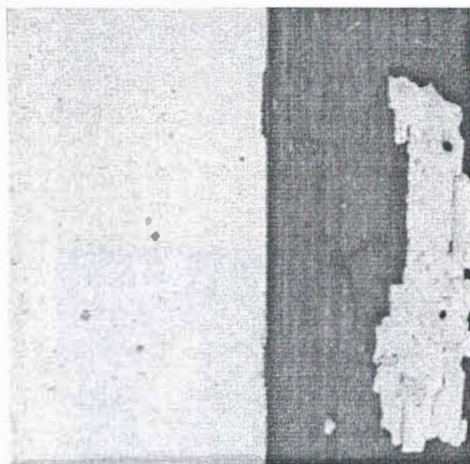






**Slika 4.**

*Postojanost površinskog sustava bezolovne temeljne boje i alkidnog naliča 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 drvena vlakanca, što znači da razgradnja nije uzrokovala popuštanje veze drvo - premaz nego slabljenje potpovršinskog sloja podloge.

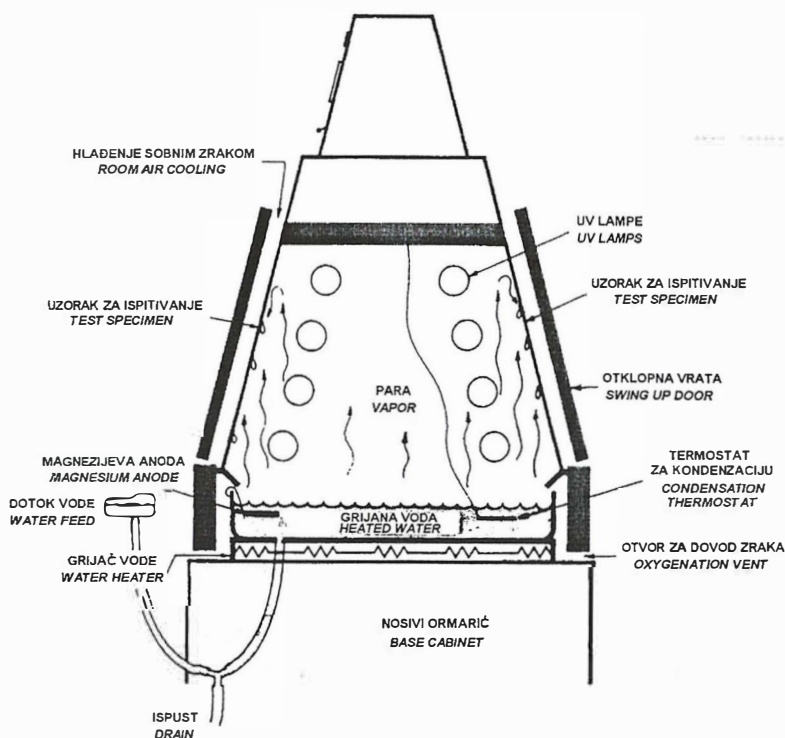
Ispitivanja postojanosti površine drva prema djelovanju svjetlosti i vode nužna su da bi se utvrdila stvarna otpornost određene vrste drva, slobodnog filma premaza ili pak adhezivne veze između premaza i podloge. (Kockott, 1993.). Prirodno realno izlaganje, iako dugotrajno, omogućuje uvid u stvarne posljedice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

Metode ubrzanog 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 dvije 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/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 Company (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 zelenkasta svjetlost i puno ultraljubičastog zračenja koje zrači iznutra obloženi prah zbog čega dolazi do pojave 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 uzoraka hladi zrakom prostorije (sl. 5). U komori nema rotirajućih elemenata. Periodičnim mijenjanjem položaja uzoraka 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. Variiranje 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.

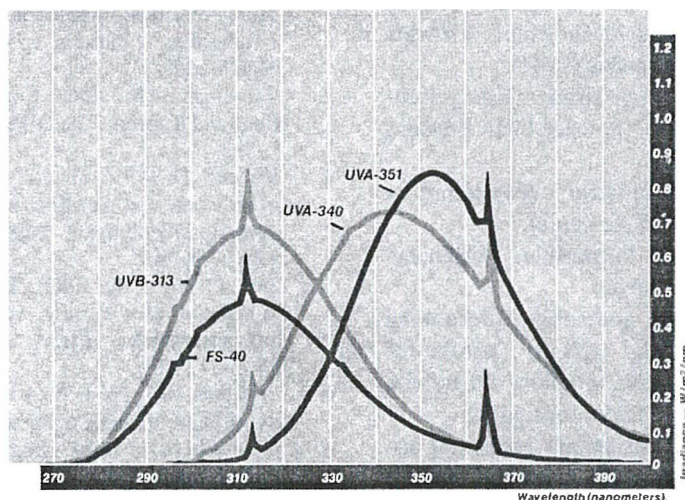
Izbor svjetiljaka za QUV uređaj ovisi o specifičnostima ispitivanja. Poznato je da se UV zračenje dijeli na tri uža spektralna područja (Brennan, 1987) :

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 testiranje 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 QUV cijevi. • Spectral characteristics of the QUV 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 slabi, 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 točni je 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 mjesta prirodnog izlaganja drva (položaj bliži ekvatoru više UV zračenja),

2. nadmorskoj visini (veća nadmorska visina znači više UV zračenja),

3. lokalnim klimatskim osobinama kao što su vjetar ili rosa,

4. slučajnim 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 (drveni uzorci za vanjsku izloženost s izoliranom 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 ubrjava proces uništavanja),

10. karakteristikama materijala koji se ispituje.

Iako je nemoguće pronaći univerzalni konverzijski "faktor ubrzanja", mnogi laboratoriji 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 mjesta 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 vanjskoj 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 Holzanstreichen. *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