

Istraživanje zaštite drvenih i drvolitnih struktura interieura UV-ozonizacijom

RESEARCHES ON UV OZONIZATION PROTECTION OF ELEMENTS MADE OF WOOD AND OTHER WOOD COMPONENTS USED IN INTERIORS

Dr. mr. **Mirko Gornik**, dipl. ing.
Gortan, građ. pod. Zagreb

Prispjelo: 5. ožujka 1990.
Prihvaćeno: 15. rujna 1990.

Prethodno priopćenje

S a ž e t a k

Rad predstavlja prvo objavljivanje rezultata istraživanja efekata površinske ili prostorne UV ozonizacije elemenata interijera sklonih biološkoj koroziji. Istraživanje je dokazalo da drveni i drvolitni elementi, te poludisperzni premazi za interijere, ne podliježu biološkoj koroziji ako se površinski ozoniziraju cijelim spektrom UV zračenja. Potpuna umjetna UV ozonizacija može se izazvati UV-fotoefektima iz umjetnih izvora.

U vlažnim enterijerima sa slabom izmjenom zraka (podrumi, prizemlja) UV-ozonizacija je, dakle, uvjet zaštite i biološke ravnoteže navedenih struktura.

ključne riječi: ozonizacija — UV zračenje — zaštita drva — biokorozija

S u m m a r y

The article represents first publishing of results obtained from researches of effects of surface or space UV ozonization of elements in interiors predisposed to biological corrosion. The researches proved that elements made of wood and other wood components, as well as semidispersed interior-coats are not subject to biological corrosion if previously surface ozonized by a spectrum of UV rays. A full artificial UV ozonization can be effected by UV photo-effects from artificial sources.

In humid interiors having bad ventilation (basements, ground floors) UV ozonization is a condition for protection and biological balance of the above mentioned structures.

Key words: ozonization — UV rays — wood protection — bio-corrosion (V. K.)

1. UVOD

U mnogim podrumskim i razizemnim, inače odlično izoliranim, interijerima, za tzv. »trulih« godina, zabilježena je enormna vlažnost zraka u toku toplijeg dijela godine. Ovaj fenomen osobito je izrazit u objektima izgrađenim u zasjecima terena, podnožjima brda itd., gdje se vlažan prizeman zrak naprosto obrušava na zidove i prozore. Na tlu i u interijerima, vlaga može biti teoretski povećana i zbog povišene prirodne radioaktivnosti, telurskih struja, te elektropotencijala tla i fizičkih struktura.

Razvoj mikroorganizama, plijesni i nekih drugih gljiva na dijelovima namještaja, zidnih obloga, dekoracija, odjeći, kožnim i svilenim ojaštjenjima, te na podnim oblogama česta je pojava u takvim prostorima. Sterilizacija, čišćenje i ventilacija dobre su mjere, ali loš miris, učestalo ponavljanje biokorozije i loša mikroklima time se ne mogu riješiti.

Prijašnji pokušaji insolacije degradiranih drvenih površina dali su dosta dobre efekte. Parcijalni pokušaji elektroionizacije zraka, pore vodik-

-peroksida, kalijpermanganata itd. pokazale su slične efekte. Hipoteze o mogućnosti rješenja ovog problema UV-ozonizacijom bazirale su se upravo na ovim spoznajama [1].

Iz iskustva i iz literature poznato je da direktno djelovanje sunčevih zraka kroz otvoren prozor:

- definira zaražene površine i zrak,
- izaziva negativnu ionizaciju zraka u enterijeru,
- povećava temperaturu zraka i smanjuje relativnu vlažnost, te
- obogaćuje mikroklimu ozonom i kisikom.

Budući da ovakve tretmane nije moguće ostvariti svakodnevno i dovoljno dugo, valjalo bi te efekte ostvariti s umjetnom rasvjetom, mada se njen UV-spektar razlikuje od sunčevog. Pored navedenog, umjetna rasvjeta ne grije i ne suši zrak, a otprije je poznato da se ozon samo neznatno stvara u suhoj atmosferi, pa bi u njoj i utjecaj UV-zračenja vjerojatno bio manje efektan [4].

2. CILJ I PREDMET ISTRAŽIVANJA

Spomenuti praktični problemi, zbog opće degradacije drvenih, drvolitnih,¹ kožnih i tekstilnih materijala i naličja, postavljaju cilj ovog istraživačkog programa. Istraživanjem treba otkriti uvjete djelovanja i način zaštite ovih materijala od trajnih biokorozivnih procesa u interijeru, kod djelovanja umjetne UV-ozonizacije, bez prisutnosti sunca.

Kao predmet istraživanja bit će predstavnici materijala najsklonijih pothranjivanju nasađenih, a također i samoniklih mikroorganizama, u uvjetima biokorozivne mikroklimе.

Uzorci izloženi ili neizloženi tretmanu ozonizacije od UV-zraka pokazat će stupanj zaštitnog djelovanja tretmana protiv korozije. Cilj istraživanja bio je ograničen samo na ukupno djelovanje UV-zraka i ozona iz umjetnog izvora. Pojedinačno djelovanje UV-zraka i O₃ valjalo bi posebno istražiti.

Najvažniji dio cilja istraživanja sastoji se u tome da se utvrdi da li umjetni izvor UV-zračenja, koji osim sunčeva dijela spektra sadrži i dio UVA-spektra (violetne i ultraviolettne zrake) valne dužine 19—280 nm, daje praktičke efekte sterilizacije prema o-tim uzorcima.

3. POLAZNE HIPOTEZE

Na osnovi prethodnih pokusa i literaturnih informacija navedenih na kraju rada, može se pretpostaviti:

— da drvene, drvenaste i drvolitne strukture, te površine obrađene poludisperznim² premazima za interijer podliježu biokoroziji u interijerima visoke relativne vlažnosti, slabe cirkulacije i neadekvatne ionizacije (+) zraka,

— pretpostavlja se, na osnovi spoznaja građevne biologije [2], da u takvim model mikroklimama, uobičajene mjere preventivne zaštite (čišćenje, dezinfekcija, grijanje, ventilacija i insolacija kroz zatvorene prozore, premazivanje zaštitnim sredstvima itd.) nisu dovoljne,

— u vlazi kisik je uglavnom vezan uz molekule H₂O na vlažnim eksploatacijskim površinama, gdje izravno pothranjuje floru. Razbijanjem H₂O i stvaranjem O₃ i eventualno H₂O₂ na vlažnim površinama materijala, zaustavit će se biološki proces i konzervirati materijal — struktura [3]. Poznati mehanizmi ozonizacije su ionizirajuća zračenja, elektro i kemijski ionizatori, a najbolje sredstvo su toliko napadane UV zrake sunčeva spektra ili iz umjetnih izvora s inače vrlo biogenim dijelom UVA-spektra, istraženog trajanja zračenja [3]. Poznato je da prozorska stakla, osobito 2 × 4 mm, propuštaju u interijer najviše

2—3% UV-zraka. Zbog navedenog, preduvjet biološke ravnoteže spomenutih elemenata takvih interijera je uvođenje 100% kvarcnih prozorskih ostakljenja ili još bolje umjetne rasvjete koja emitira do 95% čitavog UV-spektra.

4. EKSPERIMENTALNI DIO

4.1. Cilj i predmet eksperimenta

Cilj ovog eksperimenta predstavlja dio cilja istraživanja, a sastoji se u utvrđivanju utjecaja umjetne UV-ionizacije na trajnost nekih organskih i anorganskih građevnih struktura, izloženih utjecaju biološke korozije u uvjetima visoke vlažnosti i ustajalosti zraka.

Predmet istraživanja bile su ugrožene drvene i drvolitne strukture te tipovi veoma biološki senzibilnih premaza za interijer. Drvo i neki premazi bez fungicida, s dosta organskih materija u svome sastavu, sklone su pothranjivanju i razvoju mikroorganizama u danim mikroklimatskim uvjetima. Budući da se vlažnost takvih interijera teško može smanjiti, ostaje kao rješenje da se zaštita ovih struktura trajno provodi foto-metodom koja treba istražiti u okviru eksperimenta.

4.2. Hipoteze eksperimenta

Pretpostavlja se da će, u model atmosferi $t = 20 \pm 2$ °C i relativne vlage 85—90% bez cirkulacije zraka na uzorcima nezaštićenog drva, drvolita i poludisperznih premaza na betonskim podlogama, početi biološka korozija već za nekoliko dana. Ako se pak uzorci izlože UVA-UVC-zračenju pod istim uvjetima, proces će stati, a možda i nestati.

Ovime će se dokazati značenje cijelog spektra UV-zračenja uključujući i UVA biogene zrake u antibiokorozivnoj zaštiti predmetnih struktura u specijalnim uvjetima.

4.3. Tok eksperimenta i uvjeti promatranja

Eksperiment je izvršen u laboratorijskim uvjetima kontrolne institucije »Jugoinspekt« Zagreb. Konstanta eksperimenta bili su isti 0-ti eksperimentalni uvjeti:

$t = 20 \pm 2$ °C, r. v. = 85 do 90%, brzina strujanja zraka = 0 m/s, normalna količina kisika u zraku, ista vlažnost, režim kondicioniranja uzoraka, dimenzija kao i isti odnos (+) i (—) iona u zraku.

Temperatura zraka mjerena je termometrom, r. v. higrometrom, a brzina strujanja zraka i normalna količina kisika usvojene su kao normalni parametri prethodno proventilirane mikroklimе prostorije — komore prije hermetičkog zatvaranja. Vlažnost uzoraka mjerena je vlagomjerom, kondicioniranje na istu vlagu i temperaturu vršeno je u sušnici, mjerenje dimenzija na 0,1 mm obavljeno je pomičnim mjerilom, a odnosi (+)

¹ Drvolit — drveni otpaci mineralizirani vodenim staklom, cementom ili krečom i prešani u ploče.

² Poludisperzne boje su vodene otopine sintetskih smola i punila u omjeru 1:1.

i (—) iona u zraku mjereni su direktno aparatom »ELTEX«, Elektrostatic Q 475C Zürich.

Ispitivanje je vršeno prema metodi ASTM G 53—77 u trajanju od najmanje 720 h. Varijabla eksperimenta bio je foto-tretman uzoraka:

- cijelim UV spektrom uključujući UVA³, 120 W i osvjetljenja 300 lx,
- te cijelim sunčevim spektrom bez UV zraka.

U eksperimentu praćena su 2 pokazatelja:

- vrijeme potrebno za nastanak istog stupnja pojave, te
- konačan oblik i veličina biokorozije uzoraka iz različitih tretmana.

Vrednovanje rezultata eksperimenti i klasifikacija nastalih promjena vršena je prema kriterijima ASTM D 714, u rasponu biokorozivskih promjena uzoraka od N° 10 do maksimalno N° 0.

Princip ocjene rezultata eksperimenta prema navedenom ASTM osniva se na uspoređivanju površinskih promjena epruveta s referentnim fotografijama u standardu. Pritom klasa N° 10 znači najvišu otpornost, a N° 0 najnižu otpornost (najveću promjenu).

³ UVA je dio UV-spektra najnižih valnih dužina [3] kojih nema u sunčevom spektru na površini zemlje, a koji u ionosferi i biosferi uglavnom uzrokuju stvaranje O₃.

4.4. Ishod eksperimenta i komentar rezultata

Nakon 720 h tretmana kod sve 3 vrste materijala i svih uzoraka,

- uz djelovanje UV i UVA-zračenja nije došlo do promjena
- bez UV zračenja došlo je do velikih biokorozivnih promjena kod tretmana:
 - N° 7
 - N° 8
 - N° 4

Eksperimentom su hipoteze uglavnom potvrđene. Drvene i drvenaste strukture te premazi na sintetičkoj osnovi, ugrađeni u interijerima s povećanom vlažnošću, osobito u eksternim uvjetima kao u eksperimentu, podleći će biološkoj koroziji već za 240 sati. Pod utjecajem umjetnog UV-zračenja koje sadrži i UVA-spektar ovaj proces se ne razvija, što potvrđuje djelotvornu konzervirajuću ulogu cijelog UV-spektra, a vjerojatno i ozona stvorenog na vlažnim površinama materijala.

5. ZAKLJUČAK — DISKUSIJA REZULTATA

Analizirajući rezultate provedenog eksperimenta, dolazi se do zaključka da opisani organski

TABLICA REZULTATA EKSPERIMENTA

T — 4.3.1.

R/B	Opis strukture materijala	OPIS PROMJENA NAKON TRETMANA	
		Cijelim sunčevim spektrom uključivši cijeli UV spektar proširen za UVA 19—280 nm, 120 W, 300 lx, r. v. 85—90% i t = 20—50 °C	Isto kao u koloni 3, ali bez UV spektra proširenog za UVA
1	2	3	4
1.	Glatke nezaštićene topolovine površine 100 cm ² , početne vlažnosti 5% i klase N° 10	Blaga jednolična promjena boje u žućkasti ton bez strukturnih promjena, ista kod svih epruveta — iza 240 h N° 10 — iza 480 h N° 10 — iza 720 h N° 10	Razvoj mikroorganizama konstatiran u obliku površinske promjene boje uzrokovane vjerojatno plijesnima s mirisom truleži, te mjestimične dubinske promjene boje u sivi ton, iste kod svih epruveta — iza 240 h N° 6 — iza 480 h N° 4 — iza 720 h N° 3
2.	Interijer poludisperzni premaz na betonskoj podlozi MB 20, suh, star 7 dana, čistoća površine i klase N° 9	Bez optičkih promjena, pada adhezije spoja i kohezije filma poludisperznog premaza (nastao čišći i nešto svjetliji ton) ista kod svih epruveta — iza 240 h N° 9 — iza 480 h N° 10* — iza 720 h N° 9	Razvoj plijesni mikroorganizama i neidentificirane vrste, gubitak kohezije filma disperznog premaza (lijepljivost) ista kod svih epruveta — iza 240 h N° 1 — iza 480 h nije mjereno — iza 720 h N° 1
2.	Drvo kao u toč. 1. mineralizirano kratkotrajnim umakanjem u vodeno staklo K ₂ SiO ₃ — drvolitna struktura početne vlažnosti 5% — siva klase N° 8	Bez vidnih promjena boje i strukture, isto kod svih epruveta — iza 240 h N° 8 — iza 480 h nije mjereno — iza 720 h N° 8	Blaži razvoj mikroorganizama (plijesni) u obliku crnila, ljuštenja ljuske i lijepljivosti površinskog sloja vodenog stakla, isto kod svih epruveta — iza 240 h N° 4 — iza 480 h nije mjereno — iza 720 h N° 4

* Komentar tablice:

U daljem istraživanju trebalo bi ispitati utjecaj produljenja i skraćivanja vremena tretmana ispod 240 h i iznad 720 h da se utvrdi uzrok anomalije registrirane klase čistoće uzoraka kod 480 h i kontinuitet razvoja biokorozije obzirom na dužinu tretmana.

hidrofilni elementi interijera, slabo ventilirane svježe i vlažne mikroklima (niske prizemne etaže, podrumi, prostori u objektima ispod brda itd.) brzo podliježu biološkoj koroziji, naročito ljeti kad je parodifuzni tok usmjeren u interijer. Takvim procesima najviše su pogođeni neadekvatno zaštićeni drveni i drvenasti materijali te opisani premazi za interijer. Kako nije moguće uvijek i svagdje zaštititi sve takve biosenzibilne površine, generalno rješenje sastoji se u površinskoj ili prostornoj UV-ozonizaciji mikroklima. Iz eksperimenta proizlazi da je djelotvorna mjera očuvanja dobrog biokorozivnog statusa drvenih, drvolitnih, drvenastih i sličnih struktura uvođenje cijelog spektra umjetnog UV-svjetla, kojeg inače nema u prirodi.

Tretmani mogu vjerojatno biti povremeni, interventni, preventivni, kontinuirani itd. Ako su po trajanju i dostatni, oni tada predstavljaju siguran element biološke ravnoteže interijera i dobar vid zaštite ugroženih struktura.

Istraživanjem je dokazano da tehnički izvori cijelog UV-spektra, uključujući i UVA, ipak djeluju veoma konzervirajuće. Ozon koji nastaje tim

djelovanjem i koji sudjeluje u sterilizaciji vjerojatno predstavlja glavni generator sterilizacije. Značenje samog UV fotoefekta u odnosu na značenje O_3 treba posebno istražiti. Originalnost ideje osniva se upravo na istraživanju utjecaja čitavog UV-spektra, koji sadrži plamen, žarne niti, kvarcne svjetiljke i druge tehničke izvore, podese za sterilizaciju interijera i trajne tretmane [5], koji se ne mogu postići insolacijom. Dalja istraživanja morala bi ispitati utjecaj vremena trajanja tretmana na efekt kvalitete ispitanih interijera.

LITERATURA

- [1] »Economic and Social Council«, Chapter 14 — Insolation requirements, Economic commission for Europe, Jan. 1988.
- [2] Rapprecht, O.: »Lebensqualität und Konstruktive Gebäudequalität«, DT. Bauzeit, Nr 2/1983.
- [3] Grupa autora: »Medicina rada«, Medicinska knjiga, Beograd, Zagreb, 1986. glava X »Nejonizirajuća zračenja«, autor prof. dr. Z. Đorđević.
- [4] Jacques La Maya: »La medicine de l'habitat«, Editions Daugles, Paris 1986.
- [5] Häbscher, H., Klaue, J., Pflüger, W., Appelt, S.: »Elektrotechnik«, Verlag GmbH, Co Braunschweig, 1978.
- [6] Velimirović, M.: »Kemija«, izdavač »Privreda« Zagreb, 1983.

Recenzenti: Prof. dr. Božidar Petrić
dr. Milan Glavaš

BIBLIOGRAFSKI PREGLED

(nastavak s 204. str.)

satu je moguć pod postojećim uvjetima. Parametarska analiza pokazuje da cijena trupaca i građe sigifikantno utječe na profit. Npr. povećanje cijena duge građe od 10% rezultira povećanjem profita od 20% uz uvjet optimalnog ulaza trupaca. Isto tako ako dođe do povećanja cijene trupaca, rezultat će biti znatno smanjenje profita. Studija pokazuje kako strategija racionaliziranja cijena trupaca može donijeti maksimalan profit u piljenoj građi, a isto tako i način razvoja proizvodnje unutar poslovanja.

630*852 — Creffield, J. W.; Beesley, J.: **Upotreba X-zraka radi upozoravanja na trulež u drvnim pločama.** (Use of X-rays for monitoring decay in timber panels). Forest Products Journal, 30 (1980), 6, s. 48—51.

Istraživanje je provedeno u australskim uvjetima na pločama izloženim vremenskim utjecajima, ali bez kontakta s tlom radi promatranja razvoja truleži. Kvrge i pukotine u drvu moguće je razlikovati kao i larve insekata i njihove rupe. Na osnovi rezultata i odnosa između vizualnog ispitivanja i ispitivanja X-zrakama, niti jedna ploča koja je vizualno okarakterizirana kao »nezaražena« nije bila bez truleži, što je pokazalo ispitivanje X-zrakama. Područja zaražena truležom mnogo je lakše separirati upotrebom X-zraka nego vizualnom metodom. Kada je trulež već otkrivena, vizualno ili bilo kako druk-

čije, slika X-zračenjem može dati veliku pomoć pri definiranju napadnutog područja. X-zrake mogu biti alat za procjenjivanje prisutnosti i lociranja truleži.

630*852 — Szymani, R.; McDonald, K. A.: **Pregled metoda za otkrivanje grešaka u građi.** (Defect detection in lumber: State of the art). Forest Product Journal, 31 (1981), 11, s. 34—44.

Sistem automatskog otkrivanja grešaka u piljenoj građi vrlo je značajan za budući napredak proizvodnje. Taj sistem mora biti osjetljiv na promjene u kvaliteti trupca i, što je vrlo važno, mora biti dovoljno brz. Ovaj pregled metoda predstavlja kraća objašnjenja različitih metoda za otkrivanje grešaka u piljenoj građi. U tu svrhu su navedene optička, ultrazvučna, mikrovlačna, neutronska metoda i metoda X-zraka. Generalizirano, automatski sistem otkrivanja grešaka mora sadržavati: 1. Postojane i pouzdane operacije 2. Stvarno vrijeme skeniranja osjetljivo na promjene u vanjskim i unutrašnjim karakteristikama građe 3. Neosjetljivost na industrijske uvjete 4. Dostupnu cijenu i lagano održavanje 5. Ugrađeno dijagnostičiranje i alarm 6. Sistem potpomaganja 7. Sigurnost od zračenja. Izvršenje zahtjeva razlikuje se od metode do metode. Sistem dobavljača trebao bi pomoći u preuzimanju pogona i otklanjanju tehničkih nedostataka što boljom obukom radnika i njihovih nadzornika.

630*852 — Klinkhachorn, P.; Schwehm, C. J.; McMillin, C. W.;

Huber, H. A.: **HaLT: Kompjutorski edukativni program za klasiranje građe od tvrdog drva.** (HaLT: a computerized training program for hardwood lumber graders). Forest Products Journal, 39 (1989), 2, s. 38—40.

Kompjutorski program, za obuku početnika i vježbu već obučanih radnika, izrađen je u suradnji s National Hardwood Lumber Association (NHLA) i prezentiran u ovoj radnji. Već je unaprijed očekivano od ovog programa da će pomoći pri rješavanju problema netočnog klasiranja građe i tako omogućiti točnije klasiranje prema pravilima NHLA. HaLT program ima nekoliko važnih mogućnosti: 1 — kolor grafiku visoke rezolucije koja omogućuje ispitivanje svake piljenice i vrlo lagano vidljivost grešaka, jer različite boje mogu biti primijenjene za različitu vrstu greške. 2 — Program omogućuje parcijalno razgledavanje piljenice po sekcijama 3 — Na ekranu je moguće mjerenje veličine grešaka, veličina rezova itd. 4 — Na osnovi informacija o vrsti grešaka i njihovim koordinatama program automatski klasira svaku piljenicu. 5 — Moguće je prikazivanje obje strane piljenice u toku klasiranja. 6 — Moguće je prikazivanje rezova kojima se izbacuju greške. 7 — Program ispisuje greške koje su uvjetovale baš određenu klasu kvalitete piljenice i svrstale ju u određenu grupu piljenica. Software je izrađen za IBM PC ili neka druga kompatibilna računala s kolor monitorom i EGA grafičkom karticom.

K. Babunović