

VELIMIR IVEZIĆ
Srednja strukovna škola Varaždin

Primljeno: 04.02.2008.
Prihvaćeno: 04.04.2008.

REPRESIVNA ZAŠTITA POLIKROMIRANE DRVENE PLASTIKE

U tekstu se razmatraju aktualne mogućnosti dezinfekcije hrvatske pokretne kulturne baštine izrađene od različitih organskih materijala (najviše od drveta), a uz uobičajene konvencionalne metode predstavljena je i jedna od najsuvremenijih i najperspektivnijih, a opet optimalna metoda – metoda modificiranja zraka u dezinfekcijskoj komori radi postizanja anoksične atmosfere neadekvatne za život svih stadija kukaca i ostalih aerobnih organizama.

1. UVOD

S obzirom na dva osnovna načina dezinfekcije umjetnina (fragmentarne ili parcijalne dezinfekcije pojedinih artefakata i cjelovite dezinfekcije kompletnog ansambla određenog interijera) i s obzirom na poratnu situaciju, u Hrvatskoj se je u drugoj polovini devedesetih godina 20. st. u konzervatorsko-restauratorskoj struci pojavila intencija za uvođenjem novih tehnika dezinfekcije. Jednim se dijelom to dogodilo zbog pojave velikog broja depoa s evakuiranim umjetninama iz ratom ugroženih područja i već od prije postojećih depoa s umjetninama iz muzeja, različitih zbirki, kolekcija i sl., a jednim dijelom zbog ambulantnih metoda konzervatorskih postupaka i njege umjetnina koje bi se mogle primjenjivati in situ u različitim ambijentima (napose sakralnim) te u svim uvjetima.

Odabir prave metode, kemijske ili fizikalne, ovisi o mnogim parametrima (temperatura, relativna vlaga, vrsta plina ili dezinfekcijske tekućine, mogućnost penetracije...) kako u dodiru materijala sa sredstvom za dezinfekciju ne bi došlo do interakcije sredstava i materijala i nepovratnih promjena na umjetnini, a da opet metoda bude uspješna za suzbijanje patogenih insekata i mikroorganizama. Negativne posljedice dezinfekcijskih sredstava za umjet-

ninu mogu biti različiti diskoloracijski i korozijski procesi, promjene boje veziva, raspadanje veziva, promjene strukture pigmenta, degradacija celuloze, povećanje pH vrijednosti, itd...

Dvije su osnovne metode dezinfekcije koje su se najviše primjenjivale u službi zaštite spomenika kulture u Hrvatskoj do 2000. god. To je metoda dezinfekcije gama zračenjem u komori instituta „Ruđer Bošković“ u Zagrebu i metoda dezinfekcije metil-bromidom in situ koju je za potrebe konzervatorsko-restauratorske struke izvodila firma vlasnika J. Bertovića „Agrosan“ – licencirano poduzeće za DDD poslove iz Zagreba.

Treća metoda, isprobana i usvojena u Restauratorskom centru u Ludbregu 2001. god., fumigacija dušikom nova je, neutralna i najbezbolnija metoda u dezinfekciji umjetnina u Hrvatskoj.

Topli i duže vrijeme vlažni i neprozračeni ambijent ima sinergijski učinak za razvoj plijesni, gljivica, raznih mikroorganizama i insekata koji svi skupa mijenjaju organske materijale u postupku tzv. biodegradacije. Organske kiseline nastale kao produkti metabolizma mikroorganizama djeluju vrlo korozivno na metale. Stanice plijesni proizvode enzime koji omogućavaju najkompliciranije kemijske reakcije cijepanja i razgradnje visoko-molekularnih spojeva poput celuloze, škroba, bjelančevina, itd. Plijesni se hrane vezivima poput tutkala, škroba te celulozom i sl., a pri tom proizvode organske kiseline te se povećava kiselost materijala. Ličinke kukaca doslovce razjedaju drvenu strukturu pretvarajući je u prašinu. Mikroorganizmi mogu štetno djelovati na organske materijale i u slučajevima simbioze s insektima (bakterije i gljivice koje razgrađuju drvo u tijelima kukaca). Dezinfekcijskim tretmanom umjetnine ograničava se biološka i mikrobiološka destrukcija spomenika koja nikako nije bezazlena za umjetninu samu. Dezinfekcijski tretman umjetnine može ugroziti, pa i devastirati obrađivani spomenik, ali i zdravlje ljudi i okoliša. Stoga je procjena primjerenosti metode jedan od najodgovornijih izazova restauratoru. Razmotrimo stoga većinu konvencionalnih tretmana ali i nekoliko perspektivnih, novih metoda koje se u ovom času primjenjuju u Republici Hrvatskoj.

2. METODA DEZINSEKCIJE GAMA ZRAČENJEM (Γ)

Ova vrlo pogodna metoda uništavanja insekata i ličinki gama zrakama kod nas se primjenjuje isključivo na Institutu „Ruđer Bošković“ u Zagrebu. Ta metoda vrlo dobro funkcionira i zračenje nema, ukoliko je kontrolirano, štet-

nih utjecaja na umjetnine i materijale. Gama zrake nemaju mase te ne zaostaju u ozračenom materijalu, tj. ne ostavljaju materijal radioaktivnim. Te zrake prodiru kroz drvo, papir, kredu i vezivna sredstva, a ne uzrokuju promjene temperature i vlage niti značajne promjene na vezivima i mnogim pigmentima. Dezinsekcija se na drvenim predmetima izvodi dozom od 1 KGy ali kod jačih doza potrebnih za plijesni i gljive, na primjer, može doći do štetnih promjena na materijalima. To je naročito evidentno na staklenim predmetima, na olovnoj bijeloj boji, i drugim sličnim materijalima koji se zbog utjecaja veće količine gama zraka mijenjaju (potamne). Ako se zračenje provodi u skladu sa svim normama nema negativnih posljedica za artefakte u tom postupku, a osim toga od gama zračenja se uništavaju i gljivice i plijesni, što je upotrebom anoksičnih atmosfera još uvijek upitno. Insekti se upotrebom ove metode mogu 100% suzbiti, a kod povećavanja doze zračenja predmeti se mogu i sterilizirati. Cijena dezinsekcije gama zračenjem nije enormna, a ilustracije radi treba spomenuti da se ovom metodom sterilizira čak i zemlja za cvijeće koja je u prodaji relativno jeftina, unatoč ekspoziciji koja je duga.

Svi se predmeti predviđeni za dezinsekciju moraju prenijeti u komoru za zračenje čija je dimenzija kao i dimenzija ulaza u nju vrlo mala. Umjetnine koje se na taj način zrače stoga ne mogu biti većih formata (dijelovi arhitekture oltara i sl.). Deblje drvo (oko 1m debljine) duže se mora izlagati zračenju i tada se mogu pojaviti oštećenja na polikromnom sloju, kovnim bojama i na metalnim listićima presvučenoj površini. Inače, gama zrake su vrlo prodorne i dubinski dobro tretiraju drvene materijale. Postoje testovi limita doza gama zraka kod kojeg se ne mijenja struktura drveta i polikromije. Mogućnosti zračenja gama zrakama u Hrvatskoj nisu sasvim zadovoljile potrebe restauratorskih radionica jer se veći formati i cjelokupni ansambli ne mogu izložiti utjecaju gama zraka. Stoga se eksperimentiralo sa mnogim metodama i materijalima.

3. METODA DEZINSEKCIJE METIL-BROMIDOM (CH₃BR)

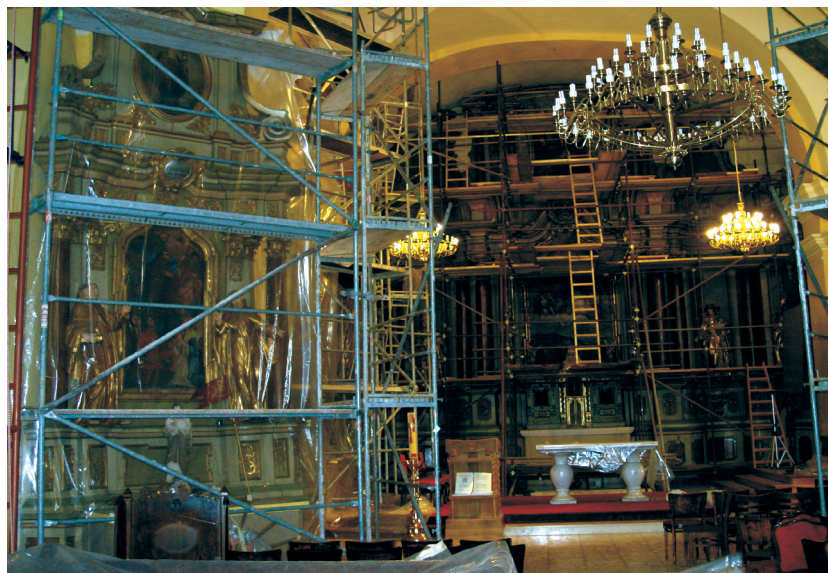
Metil-bromid je toksična tekućina koja je na temperaturi iznad 4,6°C (vrelište) u plinovitom stanju. Nema boje, blago eteričnog je mirisa i više od tri puta je teži od zraka te ga karakterizira tendencija taloženja u komori ili balonu. U dodiru s kožom može izazvati opekline i preko respiratornog sustava djeluje na nervni sustav, a može biti i smrtonosan. Karakterizira ga vrlo učinkovito insekticidno i fungicidno djelovanje. U posljednjih se desetak go-

dina, a i prije, uvelike kod nas koristio metil-bromid za uništavanje kukaca i ličinki, ali se u posljednje vrijeme izbjegava njegova upotreba jer je otrovan i uništava ozonski omotač. Stoga je njegova budućnost dosta ograničena. U Hrvatskoj se koristi konfekcionirani metil-bromid koji je vrlo otrovan, a uvozi se iz Izraela. Iako se međunarodnim konvencijama (Montrealski protokol UN-a iz 1992. god.) nastoji zabraniti upotreba i proizvodnja toga plina zbog ugrožavanja ozonskog omotača pri tretmanu velikih silosa sa žitom, kontejnera ili tankera neki stručnjaci na tom području smatraju da ipak postoji mogućnost da se odobri za restauratorske svrhe u malim i ograničenim količinama. Zemlje u tranziciji mogu ga koristiti do 2015. god., ali na svim se razinama preporuča postupno smanjivanje njegove upotrebe. Kako je proces napuštanja upotrebe metil-bromida kao sredstva koje je u neskladu sa okolišem globalne prirode to je ujedno onda i neizbježan proces u Hrvatskoj te svi skupa trebamo uzastojati primjenjivati alternativne, manje štetne metode. Bez obzira na sve metil-bromid je još uvijek u Hrvatskoj često upotrebljavan insekticidni plin.

Balon u kojem će se vršiti dezinfekcija umjetnina metil-bromidom, uglavnom na terenu (in situ), najprije se ispuni argonom koji je teži od zraka te od dna prema vrhu balona istisne sav kisik nužan insektima za disanje. Zbog smanjene količine kisika u balonu ličinke i odrasli kukci pojačano počinju disati i tada se u hermetički zatvorenu komoru ili balon od poli-etilenske folije upušta izvjesna količina metil-bromida koji ih potruje. Riječ je, dakle o kemijskoj metodi s trenutnim djelovanjem iako se pouzdano ne zna koja je količina doziranja smrtonosna i za koje insekte. Preporučena je doza do 50 g/m³, a štetno djeluje već doza od 3 g/m³.

Problem je ove konvencionalne metode što se ta smjesa s metil-bromidom nakon tretmana umjetnine ispušta direktno u atmosferu te je kontaminira i uništava ozonski omotač, a neki znanstvenici sumnjaju da ovaj plin spada u skupinu potencijalno kancerogenih materijala. Metoda je opasna i stoga što plin iz debljih artefakata ne izvjetri odjednom već se iz dubine predmeta u manjim količinama luči još tjednima pa i mjesecima nakon ekspozicije - naročito ako je u pitanju niska temperatura (ispod 4,6°C).

S obzirom da se plin dozira i iznad preporučenih vrijednosti ne bi li se kompenzirala propusnost ili zbog nepoznavanja točne veličine komore to može dovesti do kemijskih promjena na materijalima koji sadrže sumpor te metalnim površinama – posebno ako se po osjetljivim materijalima kondenzira voda kontaminirana plinom.



snimio: V. Ivezić

Dezinsekcija (in situ) cjelokupnog inventara franjevačke crkve Sv. Nikole u Čakovcu koju je provodilo poduzeće „Agrosan“ iz Zagreba, rujan-listopad, 2007. god.

4. METODA DEZINSEKCIJE SULFORYLFLUORIDOM (SO_2F_2)

Sulforylfluorid (komercijalnog imena "Vikane®") je plin manje otrovan od metilbromida i pokazao je dobre rezultate, a uvozi se u EU iz SAD-a. Tamo se koristi od 1957. god., a u Hrvatskoj se aktivno još ne koristi. Sulforylfluorid je spremljen u čeličnim bocama u tekućem stanju te se zagrijava da bi postao plin, a kod postupka zagrijavanja se filtriraju i štetne nečistoće. Lako penetrira u drvo te je vrlo djelotvoran protiv mnogih vrsta insekata. Ima insekticidno djelovanje na odrasle insekte, ličinke, čahure i jajašca, a fungicidno je djelovanje zasad poznato samo na *Aspergillus flavus* i *Penicillium*.

Nisu poznate posljedice njegovog djelovanja na materijale poput drva, papira, kože, metala i umjetnih materijala. Iako sulforylfluorid nije kancerogen još uvijek nije poznato kakove spojeve može proizvesti u atmosferi, a što se može pokazati tek nakon upotrebe u vremenskom odmaku od desetak i više godina. Otkrilo se da sulforylfluorid u sebi ima neka onečišćenja, te može oštetiti metale (legure olova i kositra, pozlatu, itd.) Posebnim se kompjuterskim programom mora uz relativnu vlagu kontrolirati i temperaturu

prostorije u kojoj se vrši dezinfekcija zbog bolje apsorpcije plina kod insekata. Temperatura je odlučujuća veličina koja određuje i količinu plina potrebnu za uništavanje insekata. Naime, nije moguće naglo dići temperaturu da bi se apsorpcija kod kukaca povećala, već se insekti moraju polako privikavati na višu temperaturu. Insekti mijenjaju temperaturu sukladno okolini i ukoliko se kratkoročno ugriju ne dišu brže. Osim toga stabiliziranjem temperature stabilizira se i relativna vlažnost unutar komore.

Tom se metodom može raditi fragmentarna dezinfekcija (dijelovi oltarnih cjelina) u posebnim komorama, ali i dezinfekcija cijelih prostora (interijeri crkava). Prednost je u tome što se cijelo postrojenje može lako montirati i demontirati te transportirati. Kada se radi dezinfekcija cijelog prostora, da bi se reducirala količina potrebnog plina u prostoriji se napuše zaseban balon od suvremenih kompozitnih folija (Filmpak 1193, 0,12mm – Ludlow Corporation). Ako se otvori prostora u kojem se provodi postupak dezinfekcije ne mogu brtviti balon se gradi oko zgrade. Kako je sulfurylfluorid otrovan pokazalo se da su zahtjevi za brtvljenjem vrlo zahtjevni pa se danas u svjetskoj konzervatorsko-restauratorskoj praksi češće koristi dušik kao plin za dezinfekciju umjetnina.

5. BRTVLJENJE

Zbog otrovnosti spomenutih plinova i činjenice da plinovi difundiraju kroz razne materijale pojavila se potreba za novim konceptima brtvljenja te kvalitetom i koncentracijom plinova. Prije uvođenja plina u dezinfekcijsku komoru vrši se test tlačenja. Zrak se isušuje ventilatorom te tako nastaje podtlak u prostoriji. Kada se ventilator isključi, ako prostorija nije dobro brtvljena, tlakovi se ubrzo izjednačuju. Vrijeme izjednačavanja tlakova je otprilike 3-4 sekunde za brtvljenu zgradu od 10 000m³. Kako je vrijeme izjednačavanja tlakova vrlo kratko koriste se mjerni instrumenti koji precizno mogu bilježiti vrijeme izjednačavanja. Ako prostorija savršeno ne brtvi mora se izvesti dodatno brtvljenje. Prije, kada se brtvljenje nije tako dobro kontroliralo kao danas dodavao se plin (pojačavala se koncentracija). Danas se brtvljenje vrlo precizno kontrolira i to ne samo zbog djelotvornosti metode već i zbog zaštite okoliša. Komore su stoga u izvjesnoj prednosti pred brtvljenjem cijelih prostora.

6. METODA DEZINSEKCIJE DUŠIKOM (N₂)

Unutar konzervatorsko-restauratorske struke u poratno se doba mnogo raspravljalo o upotrebi toksičnih plinova, ali i o njima alternativnim tj. iner-

tnim plinovima. Što je plin otrovniji to je reaktivniji, odnosno mogućnosti da se oštete predmeti koji su podložni takovoj dezinfekciji su veće. Dezinfekcija inertnim plinovima (argon, CO₂ i N) pa onda i dušikom još se naziva i anoksi postupak jer se smanjuje koncentracija kisika u komori ili postupak fumigacije jer se insekti uguše (letalni učinak) uslijed nedostatka kisika.

Jedna od bitnih dilema koje se postavljaju između upotrebe otrovnih i inertnih plinova je pitanje vremena ekspozicije i cijene izvedbe. Kod otrovnih plinova cjelokupni se dezinfekcijski postupak može izvršiti za otprilike 3 dana, a kod inertnih plinova vrijeme ekspozicije je između 6–10 tjedana. Dužina ekspozicije, naravno, ovisi i o vlazi drveta. Što je drvo vlažnije nametnici teže odumiru, a vlažnost unutar komore mora biti identična vlažnosti u ambijentu iz kojeg su umjetnine dopremljene kako se drvena struktura, kredna osnova i polikromni sloj ne bi oštetili. U drvo se mogu uvesti sonde kojima se mjeri vlažnost, skupljanje ili istezanje drva. Za dužinu ekspozicije bitnu ulogu igra i broj ulaznih, odnosno izlaznih rupa te specifična težina drveta. Optimalna metoda mora biti učinkovita za sve vrste kukaca koji razaraju drvenu strukturu, tj. mora izazivati smrtnost kod svih razvojnih stadija kukaca (jajašca, larve, i odrasli insekti). Naravno, ta metoda ne bi smjela ugrožavati ljudsko zdravlje ili narušavati ravnotežu prirodnog okoliša. Ne bi smjela izazivati ni nepoželjne promjene kemijske ili fizikalne prirode na obrađivanim materijalima. Niti jedna od metoda nije idealna niti potpuna te treba znati prepoznati prioritete među postavljenim kriterijima. Dušik se smatra najpogodnijim za razvijanje anoksičnog postupka jer je kemijski sličan prirodnom stanju u atmosferi te su samim tim svi rizici smanjeni na minimum.

U prostorima Restauratorskog centra u Ludbregu (RCL) je još tijekom 1995. godine izvršen, u Hrvatskoj, prvi jednostavni pokus primjene metode fumigacije inertnim plinovima (dušikom) u komercijalnim fumigacijskim balonima s dvadesetodnevnom ekspozicijom. Pokus je napravljen interdisciplinarno po preporuci Državne uprave za zaštitu kulturne i prirodne baštine, a u suradnji sa zagrebačkom tvrtkom "Marketingt Company", stručnjacima Fakulteta šumarstva iz Zagreba i restauratorima iz RCL-a te tadašnjeg Restauratorskog zavoda Hrvatske. Insekticidno djelovanje na insekte i ličinke je tada dokazano na etalonima s aktivnom crvotočinom, ali na čahure i na jajašca ne.

Dušik u prirodi nalazimo u elementarnom stanju dok se ostali elementi pojavljuju u spojevima. Dušik je plin lakši od zraka, a njegov je volumni udio u zraku 78%. Bezbojan je i bez okusa je i mirisa. S plinovitim kisikom gradi

zemljinu atmosferu. Kemijski je slabo reaktivan i zbog te karakteristike spada u inertne plinove. Vrlo je pogodan za konzervatorsko-restauratorske radove jer se teško spaja s drugim kemijskim elementima te je to izvjesna garancija da neće oštetiti razne materijale od kojih su sačinjeni artefakti u dezinfekcijskom postupku. Dušik je esencijalni makro-element koji je organizmima potreban u većoj mjeri. Sastojak je bjelančevina, nukleinskih kiselina i drugih životno bitnih spojeva. Živi ga organizmi ne uzimaju izravno iz zraka već ga dobivaju preko hrane (meso, mlijeko, sir...).

Karakteristike dušika (N_2) su:
relativna molekularna masa M_r 28,02;
Gustoća $p/g\ cm^{-3}$ $1,25 \cdot 10^{-3}$;
Talište $/^{\circ}C$ -210 ;
Vrelište $tv\ /^{\circ}C$ -196 ;

Unatoč malom stupnju ugroženosti ljudi udisanje prevelikih količina dušika može dovesti do gušenja kod čovjeka. Stoga se dušik ne smije rabiti u zatvorenim prostorijama bez provjetravanja.

Inertni plinovi kao što je dušik (N_2) ne djeluju tako da otruju insekte već ih oni uguše zbog svoje visoke koncentracije u umjetno stvorenoj atmosferi. Odlučujući faktor kod dezinfekcije dušikom je količina kisika koja se mora smanjiti na vrlo malu količinu. Zbog difuznih folija kod primjene balona potrebne su vrlo velike količine dušika. Tlak je oko 5 pascala, što ne garantira da kisik neće ulaziti u komoru. Naime, inertni se plinovi mogu upotrebljavati pod komercijalnim fumigacijskim balonima kao fumigacija u većim razmjerima (dinamični sustav) ili u fumigacijskim komorama (statični sustav).

U pripremljenu komoru stalno ulazi dušik kojeg može proizvoditi generator dušika izdvajajući ga iz zemljine atmosfere ili može biti akumuliran u čeličnim bocama. Kod takovog postupka još uvijek postoji 4% kisika u komori što je dovoljno za preživljavanje insekata. Da bi se insekti u potpunosti uništili potreban je postotak kisika u ukupnom volumenu komore od 0,1 %. Jedan od problema koji se pojavljuju primjenom te metode dezinfekcije je taj što dušik koji se uvodi u komoru nema nikakvu vlažnost. Kako se metoda mora primjenjivati tjednima došlo bi do isušivanja i oštećenja drveta, kredne osnove i polikromnog sloja te do pojave neprirodnih krakelira i raspuklina. Isto tako, zbog promjene klime (promjene temperature i vlažnosti dana i noći ili kišnih i sunčanih dana) može doći do kondenzacije vlage u balonu ili komori koja bi još dodatno mogla oštetiti sve higroskopske i korozivne materi-

jale (krednu osnovu, bolus, pigmente, pozlatu, posrebrenja, kovne presvlake, lazure, itd.). Stoga, da bi se izbjegao higrometrički šok i dimenzijske kontrakcije predmeta unutar komore moraju postojati mjerni instrumenti, ali i sprave za automatsko podešavanje željenih i zadanih parametara temperature zraka i relativne vlage u prostoru komore. U njemačkim su muzejima neke prostorije preuređene za takovu dezinfekciju, ali se pokazalo da i obična utičnica može biti uzrokom prevelike koncentracije kisika u prostoriji. Zbog toga se danas izrađuju posebne komore od izolacionih materijala koji omogućavaju dobro zabrtvljene prostore.

Za pojedine manje figure do 1,5m dobri se rezultati fumigacije dušikom postižu dodatnom metodom dodavanja tzv. Agelessa¹ – sredstva koje smanjuje koncentraciju kisika vežući preostali kisik na sebe. Ageless je nezamjenjiv za dezinfekciju malih formata, te skraćuje postupak takovih dezinfekcija. Za skraćivanje kondicioniranja mogu se koristiti i boce s generatorima dušika koji brže ubrizgavaju plin.

Nedostatak ove metode je dužina ekspozicije i činjenica da anaerobni organizmi ne rabe kisik za svoj razvoj te se oni nesmetano mogu razvijati u anoksičnoj atmosferi. To tim više jer anaerobni organizmi dušik upotrebljavaju za razvoj pa se mogu dodatno razviti. Američko-slovenski dvojac znanstvenika Koestler-Pohleven tvrde da postoji mogućnost da je anoksi postupak djelotvoran pri onesposobljavanju respiratornih aktivnosti kod gljiva. No, ova je metoda tek u razvoju pa se još ne želi spekulirati o učinkovitosti i utjecaju inertnih plinova na respiratorne aktivnosti anaerobnih organizama poput gljiva. No, svakako se regulacijom ekvilibrija vlage ispod 65% u materijalima može stvoriti uvjete nepogodne za život gljiva koje se suše, a micelij odumire. Mikroskopski sitne spore (konidije) kojima se gljivice i plijesni razmnožavaju vrlo su otporne te ostaju u latentnom stanju i reaktivirati će se ako se stvore povoljni uvjeti. Što se tiče opsega mortaliteta kukaca, njihovih ličinki i jajašaca sva su istraživanja u fumigacijskoj komori Hrvatskog restauratorskog zavoda u Restauratorskom centru Ludbreg pokazala vrlo visoku razinu smrtnosti (gotovo 100%) svih stadija kukaca pri ekspoziciji raznih drvenih artefakata atmosferi s manjom koncentracijom kisika od 0,1% i s RV od

¹ Ageless Z je reduktor kisika koji apsorbira kisik i time pospješuje fumigaciju umjetnina inertnim plinovima u hermetički zatvorenim komorama, a upotrebljava se za održavanje vrlo niskih koncentracija kisika (< 0,1%). Prema deklaraciji kompanije "Mitsubishi Gas Chemic Company,, koja ga je patentirala i proizvodi ga Ageless je mješavina fino podijeljenoga vlažnog željeznog oksida (FeO₃) i kalijeva klorida. (V. Daniel, H. Gordon, S. Maekawa, Istrebljivanje štetnih kukaca u muzejima dušikom, prijevod V. Bujan, str. 3, Restauratorski zavod Hrvatske, 1994.).

60-65%, a pri temperaturi od 18 – 20° C. Kod ove metode dobro je i to što se u nedostatku kisika usporavaju procesi starenja, razgradnja organskih materijala i onemogućavaju se korozijski procesi.

Razmatranjem i ocjenom prikladnosti pojedinih spomenutih metoda u zdravstvenom, ekološkom, tehničkom i organizacijskom pogledu bavarsko-hrvatska ekipa restauratora došla je do zaključka da je za naše uvjete najprikladnija metoda dezinfekcije dušikom u komori, iako se prigovaralo da je metoda, ili u eksperimentalnoj fazi te nije pouzdana, ili je nepraktična i preskupa zbog dužine ekspozicije i slično.

Uređaj "Altarion-Nitrogeno" konstruiran je i impostiran od bavarske firme „Binker Materialschutz“ GmbH u dvorcu Batthyany u Ludbregu. To je uređaj za potpuno automatsku fumigaciju umjetnina dušikom, a sastoji se od:

1. Dezinfekcijske plinotijesne komore (cca 50m³) od pocinčanog čeličnog lima (debljina stijenki 80mm) sa poliesterskim slojem, dimenzija 4200mm x 5100mm x 2450mm. Komora je zbog uštede pri regulaciji klime smještena u temperiranim prostorima (cca 20°C) u prizemlju dvorca Batthyany u Ludbregu te ima okretna vrata (800x1800mm) sa sigurnosnom bravom i podesivim otvorima za prozračivanje.
2. Generators dušika – izdvaja dušik direktno iz okolnog zraka kapaciteta najmanje 3 normirane litre dušika po minuti i kroz posudu ispunjenu destiliranom vodom distribuira ga ovlaženog prema potrebi u dezinfekcijsku komoru.
3. Uređaja za regulaciju grijanja i održavanja povoljne mikroklike sa senzorima za temperaturu i vlagu, ultrazvučnim ovlaživačem i odvlaživačem te kontrolom grijača. Prije dezinfekcijskog tretmana provjeravaju se funkcije svih aparata za održavanje mikroklike te se određuju željeni parametri koji se i u tijeku postupka mogu podešavati prema potrebi.
4. Servomex uređaja za očitavanje parametara i automatsko regulaciju RV, T i O₂

6.1. Rad uređaja Servomex

Riječ je o kompletnim prenosivim uređajima za analizu kisika. Displej od tekućeg kristala sa 3-1/2 mjesta (LCD) prikazuje sastav kisika sve do rezolucije od 0,1 %. Model 571 opremljen je alarmom u dva stupnja. Točke za podešavanje alarma mogu se podesiti jednostavno sa dvije sklopke za pred-biranje na prednjoj ploči uređaja. Model 572 je identičan no nema prikaza alarma. Uređaj za analizu opremljen je ugrađenom pumpom za uzimanje uzoraka

da bi se mogao uzeti probni plin kod pritiska okoline ili u okolnostima laganog pod-pritiska.

Pomoću Servomex uređaja za analizu kisika 571 i 572 mjeri se paramagnetna osjetljivost probnog plina na temelju magnetsko-dinamičkog mjernog mjesta. Kisik je praktički jedinstven kao paramagnetski plin, tj. privlači ga magnetsko polje. U Servomex mjernoj ćeliji mjeri se koncentracija kisika pomoću ručice koja se nalazi na ovjesu okretnog momenta u jakom linearnom magnetskom polju. Što je veća koncentracija kisika, to više ova ručica odstupa od pozicije mirovanja. Ovo se odstupanje mjeri, kako optičkim sustavom, tako i dvostrukim fotoćelijama koje su priključene na pojačalo.

6.2. Sustav uzimanja uzoraka

Sustav uzimanja uzoraka uređaja za analizu obuhvaća filter u kombinaciji s automatskom regulacijom protoka, koja je tako konstruirana da se održava konstantno strujanje probnog plina kroz mjernu ćeliju uz različite vrijednosti ulaznih tlakova i da se spriječi ulaz sitnih čestica u mjernu ćeliju. Pretjerano strujanje plina ispuhuje se pomoću by-passa (okolnim dovodom).

6.3. Kalibriranje

Učestalost kalibriranja ovisi o zahtjevima u vezi s preciznošću mjerenja kao i u vezi s okolnim uvjetima.

Plinovi za kalibriranje

Plin nulte točke	Dušik bez kisika, min. Stupanj čistoće 99,9 % N ₂
Plin mjernog područja	Zrak instrumenata ili kisik visokog stupnja čistoće. Može se rabiti i okolni zrak s ručnim aspiratorom i sušilom i odvlaživačem

6.4. Podešavanje nulte točke

Plin se uvodi na nultoj točki (u normalnom slučaju dušik s visokim stupnjem čistoće) uz tlak između 0,3 do 10 psi (vrijednost na pokazivaču protoka kisika od oko 6L/h). Podešavanje nulte točke na prednjoj ploči mora se učiniti tako da se na prikazu pojavi vrijednost 00,0. Ako je područje podešavanja nedostupno mora se nanovo podesiti mehanička nula.

6.5. Podešavanje mjernog područja

Plin mjernog područja (sastoji se obično od čistog suhog zraka) i treba se uvesti pod tlakom između 0,3 do 10 psi na ulasku za zrak na prednjoj ploči.

Upravljanje mjernim područjem na prednjoj ploči treba se podesiti tako, da se na displeju prikaže 20,9 .

Ako je sadržaj kisika u plinu koji se mjeri iznad 21 %, preporuča se korištenje čistog kisika za podešavanje mjernog područja na 100 %.

6.6. Očitavanje

Nakon kalibriranja aparat za analizu spreman je za rad, tako da se uzorak plina kod tlaka od 0,3 do 10 psi priključi na ulaz plina na prednjoj ploči. Vrijednost % O₂ prikazana je na prednjoj ploči. Ovdje se može koristiti ručni aspirator da bi se postigao specificirani tlak ulaza.

Ovaj aparat za analizu nije prikladan za korištenje u područjima u kojima bi moglo doći do eksplozije ili za mjerenje zapaljivih plinova.

Za postizanje konstantnih i pouzdanih rezultata uređaj za analizu treba se rabiti na okolnoj temperaturi koja je slična temperaturi prilikom kalibriranja. Ne preporuča se uporaba kod snažnih vibracija.

Odvlaživač koji se isporučuje s uređajem za analizu mora biti montiran ispred ulazne cijevi aparata. Uz normalnu funkciju, koju čini odvajanje vodene pare uzorka, ovaj raspored pridonosi tome da se spriječi ulaz finih čestica i kondenzata u aparat.

Sušivi materijal (silikagel) koji se obično isporučuje s uređajem može eventualno apsorbirati nešto dominantnog (nosivog) plina i tako može doći do nepreciznih rezultata kod mjerenja razine kisika. Ako se ne mogu prihvatiti neprecizne vrijednosti potrebno je izabrati alternativni sušivi (higroskopi) materijal.

6.7. Djelovanje pozadinskih (dominantnih) plinova (prosječna osjetljivost)

Sastav pozadinskih plinova u probi može neznatno utjecati na prikaz tj. očitavanje razine kisika . Kod radova pri kojima se traži visoki stupanj preciznosti, ova bi činjenica mogla biti vrlo bitna. Na uređaju za analizu koji je baždaren na dušik i kisik uzete su u obzir slijedeća odstupanja:

Argon	- 0,2 %	Kripton	- 0,5 %
Ugljični dioksid	- 0,3 %	Neon	- 0,2 %
Halotan	- 1,9 %	Hilarant N ₂ O	- 0,2 %
Helij	- 0,3 %	Ksenon	- 0,9 %

Ove vrijednosti pretpostavljaju da 100 % pozadinskih plinova struji kroz uređaj za analizu.

6.8. Izlazni tlak

Tlak na donjem izlaznom priključku uređaja za analizu jednak je tlaku u mjernoj ćeliji. Uređaj određuje parcijalni tlak kisika. Promjene tlaka nakon posljednjeg kalibriranja uzrokuju proporcionalnu promjenu u prikazu kisika. Svi vodovi koji su priključeni na izlaz moraju biti dimenzionirani na način da se stvori najmanji mogući protutlak.

7. METODA DEZINSEKCIJE ARGONOM (AR)

Argon je element iz skupine plemenitih plinova i u atmosferi ga ima oko 1%. Alternativna metoda fumigacije argonom umjesto dušikom koja se upotrebljavala i istraživala u Restavratorskom centru Slovenije u Ljubljani (Robert Koestler – Metropolitan Museum) pokazala je također dobre rezultate. Argon brže ubija insekte, manja je mogućnost razvoja anaerobnih organizama, dužina ekspozicije je kraća, jeftiniji je od dušika, a kako je teži od zraka lako bježi iz komore u donjim dijelovima. Već spomenuta firma „Agrosan“ iz Zagreba u zadnje se vrijeme koristi kombiniranom metodom dezinfekcije umjetnina tj. upotrebom argona i metil-bromida. Balon se najprije ispunjuje argonom koji istisne većinu kisika, a potom se u balon upušta metil-bromid koji otruje kukce. Tako je 2007. godine napravljena dezinfekcija sveg inventara u franjevačkoj crkvi Sv. Nikole u Čakovcu, propovjedaonice crkve Kraljice sv. Krunice u Remetincu i još neki ansambli u sjeverozapadnoj Hrvatskoj.

8. METODA DEZINSEKCIJE UGLJIČNIM DIOKSIDOM (CO₂)

Ova je metoda vrlo slična metodi dezinfekcije dušikom i spada u anoksične postupke. Ugljični dioksid se nalazi u bocama na temperaturi od -130°C. Prije uvođenja u komoru grije se do 20°C. Kao i kod malih komora potrebni su uvjeti za ovlaživanje prostora. Ugljični se dioksid u svijetu često koristi, jer osim što uguši insekte, on proizvodi u krvi insekata izvjesnu dozu kiselosti pa ih ubija na dva načina. Zbog toga je ta metoda djelotvornija i potrebno joj je kraće vrijeme (15 dana) ekspozicije nego kod dezinfekcije dušikom (60 dana), a osim toga dušik je i skuplji. Bavarski stručnjaci upravo rade na razvoju uređaja za fumigaciju i s ugljičnim dioksidom. Ugljični dioksid ima na insekte, ličinke, čahure i jajašca vrlo dobro insekticidno djelovanje, a fungicidno je djelovanje svedeno na sprečavanje rasta micelija. Prilikom ispuštanja ugljičnog dioksida u atmosferu utjecaj na efekt staklenika je zanemariv s obzirom na ispuštene količine.

Ove posljednje dvije metode ne proizvode se nigdje drugdje u Europi i svi se ovi rezultati odnose na zadnjih 5-10 godina. U zaštiti spomenika kulture u Bavarskoj svi instituti provode testiranja uspješnosti, a biolozi rade na ispitivanju efektivnosti ove metode. Iako je ugljični dioksid produkt disanja ljudi i životinja, a biljke ga troše za fotosintezu u konzerviranju se umjetnina ipak preferira dezinfekcija dušikom zbog veće neutralnosti te metode. Osim toga ugljični dioksid u doticaju s vlagom može proizvesti ugljičnu kiselinu.

9. DEZINSEKCIJA TEMPERATUROM

Osim nabrojanih metoda postoje i druge metode, a od donekle prihvatljivih je i metoda uništavanja insekata pomoću temperature (do 55°C). Takav termički postupak uništava jajašca, ličinke (koagulacija aminokiselina) kao i odrasle insekte te većinu gljiva pri ekspoziciji artefakta minimalno 6 sati pri temperaturi od 55°C. Ta je metoda naročito primjerena za materijale bez polikromije (etnološke zbirke, knjige i sl.), ali je i tu potrebna precizna i konstantna kontrola relativne vlage u prostoru. Svaka ekspozicija traje 24 h uz priključenje struje i vode te je ova metoda kudikamo brža od metode dezinfekcije inertnim plinovima. Dostizanje radne temperature od 55°C traje 4-5 h, a tada sam termička obrada može trajati samo 1 h. Cijela se komora (2.20 x 2.20 x 3.00m) zagrijava i zadržava vlagu od prije samog zagrijavanja komore. Režimi se temperiranja s obzirom na debljinu materijala koji se podvrgava ovom postupku produžuju. Međutim, visoka je temperatura energetski jako nabijena i izaziva termo-kemijske reakcije u materijalima. U molekularnoj strukturi organskih materijala može doći do polimerizacije impregnirajućih sredstava ili lakova, do migracija uljnih kitova i veziva, do oksidacije nekih materijala, itd.. Stoga, s tim se postupkom mora biti na oprezu.

Naravno, i niska temperatura (-25°C do -30°C) može biti učinkovita kod tanjih artefakata kod ekspozicije desetak dana, a i duže. Voda u drvetu neće promijeniti svoje agregatno stanje jer molekule vode nisu slobodne osim ako artefakt nije izuzetno vlažan. Zaleđivanje vlažnog organskog materijala rezultira morfološkim promjenama zbog povećanja volumena formiranih ledenih kristala među molekulama. Ovim postupkom se ne mogu tretirati polikromirane skulpture i slike zbog mogućih fizikalnih oštećenja pri tranziciji temperature ali mogu papirnati i drveni predmeti koji nisu jako vlažni. Predmet se upakira u hermetički zatvorenu najlonsku vreću iz koje se isiše zrak te se prilikom procesa, a naročito nakon njega pri obaveznoj postupnoj

aklimatizaciji mora paziti na kondenzate u vreći i izvan nje. Neki se materijali smrzavaju u vakuumskoj komori jer u takovom ambijentu vodena para izlazi iz materijala. Ta se metoda sušenja i pothlađivanja (*freez drying*) predmeta primjenjuje uglavnom na tekstil i bibliotečni materijal. Pri niskim temperaturama treba paziti na gljivice i plijesni koje zbog šoka produciraju razne pigmentirane produkte koji mogu trajno kontaminirati porozne pigmente, tekstil, papir, itd. Naravno i suhe spore će preživjeti ovakav tretman.

Nedostatak ovih dviju metoda snižavanja ili povećanja temperature je taj što ličinke u dubini drveta kao i suhe spore ipak mogu preživjeti. Rezidualni će se organizmi dalje nesmetano razvijati i razmnožavati.

10. METODA USPORAVANJA REPRODUKCIJE INSEKATA FEROMONOM

Ova metoda spada u mjere preventivne zaštite drva, ali i u profilaktičke biološke metode. Feromoni su biološki aktivne organske tvari koje insekti izlučuju, a koje izazivaju izvjesne podražaje seksualne prirode u jedinki iste vrste. Problem reprodukcije nametnika, odnosno mogućnost zaraze novim nametnicima nameće pitanje zaustavljanja ili usporavanja razmnožavanja insekata. Za usporavanje razmnožavanja insekata postoji metoda klopki koja frekvencijom seksualno privlači insekte. Ta se metoda inače koristi u Švicarskoj pri zaštiti šuma od nametnika i to u doba najveće aktivnosti insekata, tj. od lipnja do rujna. Sintetički proizvedene feromonske klopke seksualnog privlačenja djeluju na mužjake koji izlaze iz drveta i odlučuju se ili za klopku ili za ženku. Vjerojatnost takove odluke je 50 : 50. Privučeni se insekti lijepe na klopku. Stoga će se broj kukaca smanjiti, ali i dobar dio će ih preživjeti tako da se ne radi o potpunom istrebljivanju. Ta metoda samo reducira broj kukaca te je uz nju svakako potrebna i eliminacija insekata nekom od prije spomenutih metoda. Feromonske se klopke manje koriste kao zaštita artefakata od infestacije, ali više kao monitoring u depoima umjetnina u svrhu dokazivanja prisustva insekata, procjene brojnosti te u svrhu lova insekata za analizu.

11. PROFILAKSA I PREVENTIVA

Većina spomenutih materijala upotrijebljenih za dezinfekciju umjetnina nema rezidualan efekt i ne štiti predmete od ponovne kontaminacije. Riječ je o kurativnim postupcima zaštite koji se odnose na suzbijanje postojeće infekcije. Nakon provedenog dezinfekcijskog postupka broj jajašaca, ličinki i odraslih kukaca sveden je na nulu, ali već nakon kraćeg vremena moguće je

novo koloniziranje odnosno infestacija i rekontaminacija drvene strukture. Taj period bi trebalo što je više moguće produžiti i to kemijskim sredstvima koja penetriraju u drvenu masu i tu ostaju dugotrajno aktivna. Ekološki su prihvatljive supstance na bazi bora (Boraks, Borosol i sl.) kojima se ujedno impregnira struktura drveta. No, kako se danas nastoji odvojiti postupak dezinfekcije od konsolidacije za impregnacijom u toj fazi nema potrebe. Aditivi u insekticidima sprječavaju dobru penetraciju sredstva u dubinu predmeta što može biti od katastrofalnog utjecaja na daljnji tijek konzervatorsko-restauratorskih postupaka jer mogu onemogućiti daljnju penetraciju, a samim tim i procese konzervacije cjelokupnog artefakta. Postoji još niz kemijskih preparata koji se koriste za tzv. „trajnu“ zaštitu poput sredstava komercijalnih naziva: Ksilamon, Basileum, Permetrin... Rijetki su preparati ekološki prihvatljivi jer sadrže pentaklorfenol, gama izomere, paradiklorbenzen, itd.

Koliko dugo spomenuta sredstva ostaju aktivnima teško je determinirati, a to ovisi o toksičnosti, rasprostranjenosti u materijalu, koncentraciji upotrijebljenog sredstva, temperaturi okoline, provjetravanju, itd. S obzirom da anoksi metode nisu profilaktičkog karaktera buduće su infestacije vrlo vjerojatne te se postavlja pitanje čime u tijeku ili nakon ekspozicije artefakata anoksičnoj atmosferi napraviti što dugotrajniju zaštitu od novih nametnika. Često se u struci spominje sofisticirana trajna zaštita silicijevim dioksidom čija molekularno strukturirana oštra zrnca (opasno za čovjeka) ulaze u staničnu strukturu drveta i troše zaštitnu opnu i zube larvama. Taj je postupak, naime, opasan za ljudsko zdravlje jer kristali silicijevog dioksida, ako se udišu, razaraju respiratorni trakt te je moguće da izazivaju i kancerogene promjene.

Preventivna i integralna konzervacija umjetnina je novo područje restauriranja koje se tek počinje razvijati kroz nadziranu okolinu (vlaga, kondicionirana atmosfera, prozračivanje...) i nadziranje artefakata (monitoring infestacije i fluktuacije kukaca u depou, crkvi ili muzeju, profilaktička zaštita, transport, čuvanje...). Reguliranjem temperature, vlage, svjetla i strujanja zraka može se inhibirati razvoj mikrobioloških i entomoloških vrsta. Pod prevencijom se podrazumijevaju sve aktivnosti koje se poduzimaju ne bi li se usporile ili čak spriječile promjene na kulturnim dobrima. Stalan nadzor i povećana skrb glavne su preventivne mjere koje, na žalost, često izostaju.

12. ZAKLJUČAK

Razlozi za primjenu određene metode dezinfekcije moraju biti jasni, a opravdani su samo ako nemaju alternative. Izbor optimalne metode dezinfekcije ne određuje samo vrsta nametnika i stupanj infestacije već umjetnika sama i njezino stanje (vlaga, korozija, gljivice, već upotrijebljene metode, metode koje će se tek primjenjivati, materijali od kojih je umjetnina napravljena...). Suvremene nas spoznaje o dezinfekciji i zaštiti čovjekova zdravlja i stanja prirodnog okoliša obvezuju u smislu moralne ali i svake druge odgovornosti prema artefaktima koje obrađujemo, prema okolišu i prema zdravlju sadašnjih, a i budućih generacija. Stoga se u konzervatorsko-restauratorskoj struci odričemo čiste pragmatike i odlučujemo za dušikom modificiranu anoksičnu atmosferu pri dezinfekciji umjetnina.

Opisana neotrovna i ekološki primjerena metoda primjene dušika za postizanje atmosfere bez kisika pokazala se vrlo djelotvornom i kao izvanredna alternativa uporabi otrovnih plinova poradi istrebljivanja kukaca infestirane kulturne baštine izrađene od drveta. Sve se vrste kukaca, ličinki, čahura i jajšaca mogu vrlo djelotvorno uništiti izlaganjem artefakata atmosferi s 0,1% kisika pri dovoljno dugačkoj ekspoziciji. Fungicidno djelovanje očituje se u potiskivanju prokljivanja spora ali ne i potpunom sprečavanju rasta micelija. Metoda vrlo dobro interferira sa gotovo svim konzervatorsko-restauratorskim postupcima i upotrebljivanim materijalima i ne utječe na daljnje konzervatorsko-restauratorske tretmane i analize, ne mijenja izgled ili osobine materijala. Sve okolnosti u svezi s ovom metodom ukazuju da je ona zdravstveno, ekološki i tehnološki najprihvatljivija od svih dezinfekcija uopće. Spomenuta metoda modificiranja zraka u dezinfekcijskoj komori radi postizanja anoksične atmosfere neadekvatne za život svih stadija kukaca i ostalih aerobnih organizama ne isključuje i modifikaciju ostalih parametara poput relativne vlažnosti i temperature. To znači da je moguće i kondicioniranje, aklimatizacija pa i isušivanje materijala prema potrebi te zaustavljanje aktivnosti raznih mikroorganizama već samim smanjenjem vlage u materijalu (sušenje i dehidracija).

LITERATURA

1. AA.VV. „Doprinos laboratorijskih istraživanja u konzervatorsko-restauratorskim radovima“ – seminar, Hrvatski restauratorski zavod, Zagreb, siječanj, 1999.
2. AA.VV. „Merkblatt zur Begasung von Kirchenräumen und kirchlichen Ausstattungsstücken“ – Kunst- und Baureferat, Erzbischöfliches Ordinariat München und Freising, München, Mai 1998.

3. AA.VV. "Mikrobiološka destrukcija spomenika kulture" - seminar, zbornik radova, Hrvatski restauratorski zavod, Zagreb, travanj 2000.
4. BENKO-MÄCHTIG E. „Experiences of the Restoration centre of the Republic of Slovenia with Wood identification, dendrochronological dating and anoxi system“ - Wood in the process of restoration – Publications of the Restoration centre of the Republic of Slovenia, nr. 4., 1999.
5. DANIEL V., Gordon H., Maekawa S. „Istrebljivanje štetnih kukaca u muzejima dušikom“, prijevod:V.Bujan, Restauratorski zavod Hrvatske, Zagreb, 1994.
6. FUČIĆ M. "Zašto baš dušik?" – Perspektive anoksije kao načina plinske dezinfekcije u našoj restauratorskoj praksi – rasprava u Godišnjaku zaštite spomenika kulture Hrvatske; br.: 22, 23; 1996/1997. god.
7. IVEZIĆ V. "Restauratorski centar Ludbreg – projekt hrvatskih i bavarskih stručnjaka" – stručni članak u Radovima Zavoda za znanstveni rad HAZU; Varaždin; br.:10,11; 1998. god.
8. IVEZIĆ V. „Aktualne mogućnosti i mjere zaštite drveta u Hrvatskoj“ - promemorija sastanka s predstavnicima Bayerische Landesamt-a, Restauratorski zavod Hrvatske, Muzejski dokumentacijski centar, Šumarski fakultet i Zavod za restauriranje umjetnina održanog u Restauratorskom centru u Ludbregu, 16. rujna, 1995. god.
9. KOESTLER J. R. „Anoxic method for controlling biodeterioration in fine art“ - Wood in the process of restoration – Publications of the Restoration centre of the Republic of Slovenia, nr. 4., 1999.

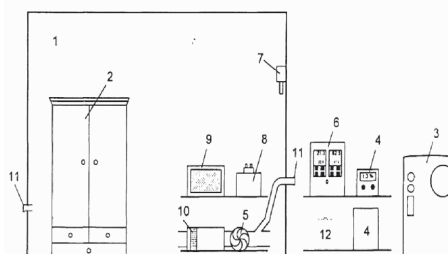


snimila: Venija Bobnjarić-Vučković

Komora „Altarion Nitrogeno“ za dušičnu dezinfekciju umjetnina u Restauratorskom centru Ludbreg, (fotografije su vlasništvo Hrvatskog restauratorskog zavoda.



Shematski prikaz dušične dezinfekcijske komore



- 1 Dezinfekcijska komora
- 2 Zaražene umjetnine, namještaj i sl.
- 3 Generator dušika
- 4 Sustav za mjerenje kisika sa pumpom i analizatorom kisika
- 5 Ventilator
- 6-10 Regulator mikro klime(6) sa senzorima za temperaturu i vlagu (7), ovlaživačem(8), odvlaživačem (9) i kontrolom grijača (10)
- 11 Podesivi otvori za prozračivanje komore
- 12 Spremnik za vodu sa pumpom

SAŽETAK

REPRESIVNA ZAŠTITA POLIKROMIRANE DRVENE PLASTIKE

Uz konvencionalne metode dezinfekcije pokretne kulturne baštine (gama zračenje, metil-bromid, visoka ili niska temperatura) u hrvatskoj konzervatorsko-restauratorskoj praksi sve više jača intencija ka primjeni suvremenih i perspektivnih metoda (argon, ugljični dioksid). Kombinacija nekih konvencionalnih i suvremenih metoda (metil-bromida sa argonom, npr.) te toksičnih i reaktivnih materijala pokazala se u nekim slučajevima funkcionalnom metodom, ali najoptimalnijom se ipak čini metoda modificiranja zraka dušikom u dezinfekcijskoj komori. Neizostavan dio konzervatorsko-restauratorskog postupka je i preventivna i integralna konzervacija umjetnina – novo područje restauriranja umjetnina koje se tek počinje razvijati. Profilaksa i stalni monitoring nad zbirnkama također su bitan dio njege i zaštite spomenika kulture.

Ključne riječi: konzervacija i restauracija umjetnina; dezinfekcija; anoksična atmosfera.

ZUSAMMENFASSUNG

REPRESSIVER SCHUTZ VON POLYCHROMHOLZPLASTIK

Neben den konventionellen Methoden der Desinsektion von mobilem Kulturerbe (Gammastrahlung, Methylbromid, hohe oder niedrige Temperatur) nimmt in der kroatischen Konservierungs- und Restaurierungspraxis die Intention zur Anwendung von modernen und versprechenden Methoden (Argon, Kohlendioxid) zu. Die Kombination von einigen konventionellen und modernen Methoden (Methyl-Bromid mit Argon, z.B.) sowie von toxischen und reaktiven Materialien zeigte sich in einigen Fällen als eine funktionelle Methode, aber die optimalste Methode scheint jedoch die Methode der Luftmodifikation durch Stickstoff in der Desinsektionskammer zu sein. Ein unerlässlicher Teil der Konservierungs- und Restaurierungsmaßnahmen ist auch die vorbeugende und vollständige Konservierung von Kunstwerken – ein neues Gebiet der Restaurierung von Kunstwerken, das erst am Anfang seiner Entwicklung steht. Die Prophylaxe und der dauerhafte Monitoring von Sammlungen gehören auch zum wesentlichen Teil der Pflege und des Schutzes von Kulturdenkmälern.

Schlüsselwörter: Konservierung und Restaurierung von Kunstwerken; Desinsektion; anoxische Atmosphäre.