

Ivan
Jengiđ

Primjena lasera u konzervatorsko- -restauratorskim radovima



← Lasersko
čišćenje glave
anđela nad
portalom
sjevernog
pročelja crkve
Sv. Vlaha u
Dubrovniku

Svjetlovodna geneza

Kad su znanstvenici početkom 20. stoljeća odlučili iskoristiti i primijeniti novo otkriće dvojne prirode svjetlosti, nisu ni slutili koliko će još vremena proći prije nego što njihove vizije zažive u svakodnevicu. U potrazi za strojem koji će uporabom svjetlosne zrake proizvesti neku korisnu radnju došlo se šezdesetih godina prošlog stoljeća do izuma prvih lasera (prema eng. *Light Amplification by Stimulated Emission of Radiation*). Usporedno s prvotnim oduševljenjem oko pronalaska, počele su i prve poteškoće u njegovoj praktičnoj primjeni te su se javili mnogi dodatni problemi u razradi njegove učinkovitosti. Laser je

tada bio "korisniji" u epizodama popularne TV serije koja je govorila o putovanjima kroz svemirska prostranstva u 23. stoljeću, nego što su znanstveni pokusi uspijevali uvjeriti mecene, najčešće iz područja vojne industrije, kako treba "podebljati" proračun za daljnja istraživanja. No, optimizam znanstvenika i utjecaj koji su širili kapetan James T. Kirk i šaroliko društvo posade svemirskog broda USS Enterprise davali su dovoljno nade da će jednoga dana to čudo tehnologije biti dostupno svima, korišteno na radost mnogih i primijenjeno u raznim područjima ljudskog djelovanja. Svakim danom postajemo svjesniji kako se ta čežnja i ostvaruje.

Uporaba koherentnog snopa (elektromagnetski valovi međusobno su u istoj fazi i šire se u istom smjeru) monokromatske svjetlosti (samo jedne valne duljine odnosno boje) nije mogla zaobići ni primjenu u konzervatorsko-restauratorskoj struci. Već duže vrijeme Hrvatski restauratorski zavod koristi se laserima prilikom konzervatorsko-restauratorskih radova, zasad prvenstveno na kamenu. Kapituli stupova Peristila Dioklecijanove palače u Splitu među prvim su primjerima kamene plastike na kojima je kod nas dokazana učinkovitost čišćenja uporabom lasera. Oduševljenje nakon prvih radova stvorilo je dodatni poticaj unutar HRZ-a da se što brže krene s daljnjim školovanjem za rad laserom i u nabavku novih još sofisticiranijih i učinkovitijih modela strojeva u suradnji s europskim tvrtkama i ustanovama koje se bave istim ili sličnim djelatnostima. Ubrzo nakon toga primjena lasera postala je uobičajena u svim trima radionicama HRZ-a za kamenu plastiku u Osijeku, Splitu i Zagrebu te iskorištena u konzervatorsko-restauratorskim radovima na objektima poput Zavjetnog pila sv. Trojstva u Osijeku, crkve Sv. Vlaha u Dubrovniku, antičkog mramornog spomenika Minervi iz Varaždinskih Toplica i drugima.

Velika očekivanja iliti

“stone - the final frontier...”

“Space may be the final frontier but it’s made in a Hollywood basement”, kaže stih pjesme Red Hot Chili Peppersa, a ovozemaljska problematika konzervatorsko-restauratorskog zahvata na kamenoj plastici često je vrlo složena i zahtijeva kombinaciju raznih metoda kako bi se došlo do najkvalitetnijih rješenja. Stoga i uporabu lasera ne valja shvaćati kao jedino ili isključivo čudesno sredstvo kojim će se odjednom riješiti svi naši problemi. Mnogo je razloga zbog kojih dolazi do oštećenja i propadanja kamena. Izuzmemo li namjerne devastacije odnosno ljudski faktor, najčešći su uzroci koji djeluju na razaranje i slabljenje strukture kamenog materijala vlaga, štetne soli, kemijski i biološki agensi, temperaturne promjene zbog insolacije ili

smrzavanja, vatra, nastajanje sigastih kora itd. Ti se uzroci najčešće pojavljuju u agresivnoj kombinaciji, no gotovo nikad na identičan način. Zato je tijekom rješavanja svakoga pojedinog slučaja vezanog za problematiku konzervatorsko-restauratorskih radova na nekom kamenom materijalu potrebno krenuti od temeljitih analiza u koje su uključena laboratorijska istraživanja, određivanje vrste kamena te detaljan pregled i bilježenje stanja kao i stupnja oštećenja kamene plastike. Nakon elaboriranja i stručnog razmatranja rezultata dobivenih početnim istraživanjima ponekad je potrebno *in situ* napraviti i dodatne probe čišćenja tehničkim napravama kojima se namjeravamo služiti kao i probe restauratorskog materijala koji namjeravamo upotrijebiti, a sve to radi što pravilnijeg izbora metoda za konzervatorsko-restauratorske radove. Tek nakon toga može se krenuti u opsežniji zahvat.

Primjerice, jedan od čestih neprijatelja kamena nalazi se na njemu samom u obliku tamnih prevlaka ili kora (inkrustacija) koje su ponekad debele i više milimetara. Njihov je postanak uzrokovan kombinacijom čimbenika vezanih uz zagađenje zraka, koje je prvenstveno nastalo izgaranjem fosilnih goriva, odnosno djelovanja vlage na kamen. Naime, izgaranjem sumpora iz fosilnih goriva u sumporni dioksid fotosintezom dolazi do stvaranja sumpornog trioksida, a taj spoj s vlagom iz zraka i atmosferilija tvori sumpornu kiselinu. Ona reagira s kalcijevim karbonatom iz kamena pri čemu nastaje kalcijev sulfat ili mineral gips. Stvoreni je gips vezivo koje na sebe dodatno skuplja čađu i prašinu iz atmosfere te oni zajedno tvore spomenute tamne kore. Tako nastaje dvojako zagađenje kamene plastike: pigmentacija od nataložene čađe i još opasniji oblik zagađenja – pojava štetnih topivih soli. Nadalje, tako nastale tamne kore izrazito negativno utječu na kamen jer se gips kao vodotopljiva sol u vlažnim uvjetima otapa i ponovno kristalizira u porama kamena. Tada kalcijev sulfat bubri i stvara visoke kristalizacijske i hidratijske tlakove pa razara strukturu kamena.

Ne treba biti veliki stručnjak kako bi se prepoznala ta česta pojava na površini kamena nekog kipa ili pak arhitektonskog elementa, koja se očituje u osipanju, ispadanju i ljuštenju materijala, jer mu nije dopušteno normalno "disanje". Uklanjanje tamnih kora jedan je od preduvjeta uspješno obavljenog "liječenja" kamena. I dok će nam laboratorijske analize otkriti kvantitativni i kvalitativni kemijski sastav tih nečistoća, izbor konzervatorsko-restauratorskih metoda kojima se možemo koristiti za njihovu eliminaciju sadrži raznoliki repertoar čišćenja mehaničkim i kemijskim sredstvima, a uporaba lasera se pritom pokazala vrlo učinkovitom tehnikom. Naime, čišćenje laserom omogućuje modifikaciju nekoliko osnovnih parametara. Izmjenom omjera frekvencije, snage i promjera udarne točke svjetlosnog snopa moguće je prilagoditi njegovo djelovanje na različite tipove kamenih površina i nečistoća koje ih prekrivaju te postići izrazitu selektivnost i preciznost djelovanja. Jedna je od prednosti lasera i u tome što nema izravna fizičkog dodira s kamenom, pa je samim time laser moguće primijeniti i za čišćenje najosjetljivijih i najosjetljivijih dijelova kamene plastike. Ono nam omogućuje uklanjanje nepoželjnih slojeva s kamena uz istodobno zadržavanje prirodne patine od kalcijeva oksalata.

Učinkovitost lasera u konzervatorsko-restauratorskim radovima, dokazana mnogo

puta do sada, daje nam za pravo smatrati kako postoje još neslućene mogućnosti za njegovu primjenu i kako svaka tehnička novost ponovno otvara pitanja smjernica u razvoju i promišljanju naše struke. Međutim, kako je već naglašeno, uporaba lasera učinkovita je u širem kontekstu korištenja različitih konzervatorsko-restauratorskih metoda. Povučemo li paralelu između našeg posla i posla medicinskih djelatnika, nije teško zaključiti kako postoje različiti načini dijagnostike, kirurških metoda, primjene farmaceutskih proizvoda itd. Tijekom konzervatorskih radova na kamenu ponekad je potrebno u kombinaciji primijeniti desetak ili više različitih metoda (npr. čišćenje vodom pod kontroliranim tlakom, vodenom parom, ultrazvukom, kemijskim sredstvima, preciznim, ručnim alatom; ekstrakciju i/ili stabilizaciju štetnih soli; zamjenu apliciranih metalnih dijelova pod utjecajem korozije dijelovima od nehrđajućeg metala; tašeliranje; domodeliranje oblika koji nedostaju; toniranje; zaštitu kemijskim sredstvima itd.). Metodu čišćenja laserom mogli bismo smatrati dermatološkom tehnikom koja nam omogućuje pristup ostalim metodama u dubinski dio tkiva kamena i olakšava provođenje svih drugih zahvata. Stoga pacijentu, u ovom slučaju kulturnom dobru, treba omogućiti pravo na raznolik pristup u liječenju i zaželjeti potpuno izlječenje. x

SUMMARY: LASER APPLICATION IN CONSERVATION AND RESTORATION WORK

Review of the new laser technology used successfully over the last few years for more demanding tasks of stone sculpture cleaning in Croatian Conservation Institute's Sections for Stone Sculpture (Hrvatski restauratorski zavod,

Odsjeci za kamenu plastiku) in Osijek, Split and Zagreb. The article gives a brief presentation of the characteristics and possibilities of laser technology, as well as an overview of the results achieved by its application.