

Trodimenzionalna digitalizacija antičke brončane skulpture Apoksiomena



U cilju arhiviranja i praćenja procesa restauracije ovog izuzetnog primjerka svjetske kulturne baštine, tijekom 2002. i 2003. godine *Topomatika d.o.o.* provodila je u *Hrvatskom restauratorskom zavodu* optička određivanja kompletnog trodimenzionalnog oblika skulpture...

1999. godine iz podmorja u blizini otoka Lošinja izronjena je antička brončana skulptura športaša koji nakon natjecanja sa sebe struže ulje i prašinu, poznata pod nazivom Apoksiomen (slika 1). Ispitivanja skulpture ukazuju da se radi o starogrčkom originalu iz četvrtog stoljeća prije Krista ili o njegovoj rimskoj kopiji. Budući da je u cijelom svijetu pronađen tek manji broj originalnih starogrčkih brončanih skulptura, Apoksiomen je izuzetan primjerak svjetske kulturne baštine, pa se njegovoj restauraciji i određivanju podrijetla posvećuje posebna pažnja. Usprkos oštećenjima i nakupinama uslijed dva tisućljeća provedena pod morem, stručnjaci su u Hrvatskom restauratorskom zavodu u Zagrebu u velikoj mjeri skulpturi već uspjeli vratiti prijašnji sjaj.

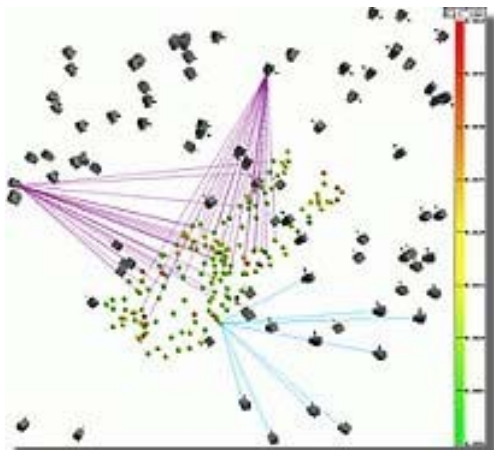


Slika 1. Brončana skulptura Apoksiomen pronađena u moru u blizini otoka Lošinja na dubini od 40 metara.

U cilju arhiviranja i praćenja skulpture tijekom procesa restauracije, u siječnju 2002. godine *Topomatika d.o.o* provela je u Hrvatskom restauratorskom zavodu optičko određivanje kompletnog trodimenzionalnog oblika skulpture. Apoksiomen obiluje brojnim izrazito vjerno izraženim detaljima ljudskog tijela tako da njegov oblik nije moguće ustanoviti na temelju nekoliko jednostavnih mjerenja npr. duljine, širine, visine, promjera, kuta itd. Ljepota forme i bogatstvo detalja mogu se djelomično zabilježiti iscrpnom fotodokumentacijom i crtežima, no oni omogućuju samo dvodimenzionalni prikaz skulpture i stoga ne pružaju dovoljno informacija o njenom obliku i dimenzijama. Vjerno bilježenje oblika skulpture moguće je jedino ako se trodimenzionalnom digitalizacijom odredi položaj izuzetno velikoga broja točaka s njegove površine, što je provedeno optičkim mjernim sustavima *ATOS* i *TRITOP* poduzeća *GOM mbH* iz Njemačke (www.gom.com).

Apoksiomen je digitaliziran segment po segment pomoću sustava *ATOS II*, pri čemu je kod svakog snimanja obuhvaćena površina od približno 350x300 mm. Na objekt se projiciraju različiti uzorci linija i bilježe dvjema digitalnim kamerama. Svako pojedinačno snimanje traje oko 10 sekundi i daje oko 1 000 000 mjernih točaka s površine objekta, opisujući tako vrlo točno i detaljno oblik snimanoga segmenta. Pojedinačna snimanja automatski se poklapaju u jednu cjelinu, odnosno zajednički koordinatni sustav pomoću referentnih točaka u obliku crno-bijelih markacija. Ove markacije privremeno su nalijepljene na skulpturu, a njihov položaj u

prostoru (trodimenzionalne koordinate) izmjeren je prije skeniranja pomoću fotogrametrijskog sustava *TRITOP* (slika 2).



Slika 2. Fotogrametrijski sustav *TRITOP* - položaji kamere u trenutku snimanja i referentne točke.



Slika 3. Trodimenzionalna digitalizacija Apoksiomena pomoću sustava *ATOS II* firme *GOM mbH*.

Budući da je restauracija Apoksiomena još u tijeku, skulptura je morala biti digitalizirana u ležećem položaju. Prvo je digitalizirana prednja strana (slika 3). Nakon toga skulptura je okrenut u svome nosaču i digitalizirana je i njena stražnja strana. Odlomljena glava Apoksiomena snimana je odvojeno (slika 4). Rezultati sva ova tri zasebna snimanja uklopljeni su na kraju pomoću referentnih točaka u jednu cjelinu, čime je omogućen prikaz kompletne skulpture.



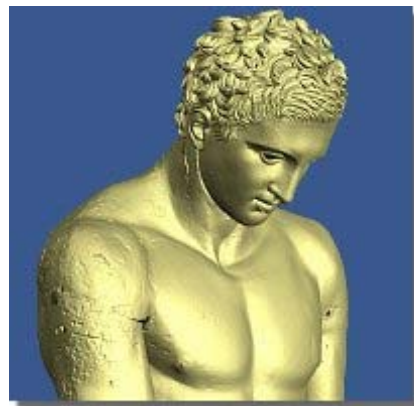
Slika 4. Digitalizacija glave Apoksiomena - vidljive su projicirane linije i referentne točke.

Brončana površina skulpture vrlo je tamna i jako reflektira svjetlost, što je za optičke skenere vrlo nepovoljno. Takav se problem uglavnom rješava sprejanjem, kako bi se dobila jednolična difuzna površina, idealna za skeniranje. U ovom slučaju zbog sigurnosti materijala skulpture ovaj postupak pripreme nije smio biti proveden. Usprkos optički vrlo nepovoljne površine, pomoću sustava *ATOS II* bez velikih poteškoća ipak je postignuta izrazito visoka kvaliteta rezultata. Snimanje je ponavljano sve dok kompletna površina Apoksiomena nije bila digitalizirana. Kako bi se odredio oblik svih detalja, pogotovo uvojaka kose i prstiju, bilo je potrebno 57 snimanja glave i 114 snimanja tijela.

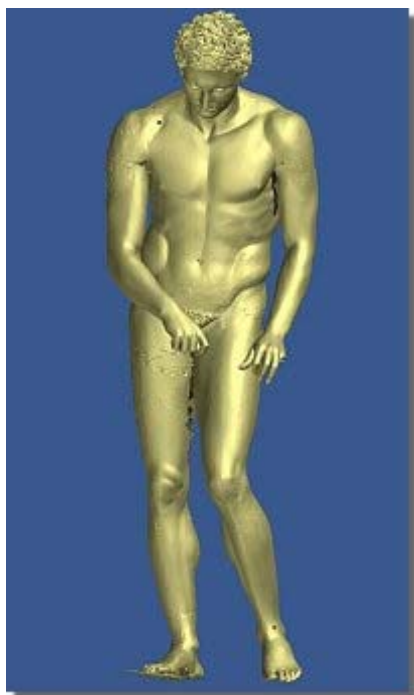
Rezultat digitalizacije sastoji se od preko deset milijuna mjernih točaka povezanih u poligoniziranu mrežu, a prikazan je na slikama 5 do 7. Zahvaljujući velikoj rezoluciji od približno 13 mjernih točaka po kvadratnom milimetru, dobro su vidljivi svi detalji skulpture uključivši i njena oštećenja. Također je moguće i računanje uobičajenih paralelnih presjeka, prikazanih na slici 8.



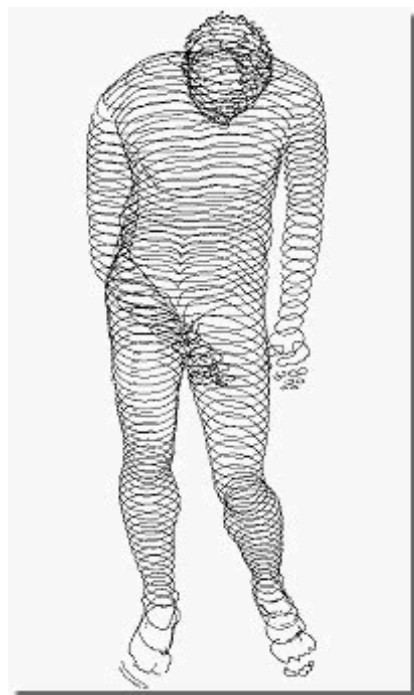
Slika 5. Digitalizirana glava Apoksiomena.



Slika 6. Glava i tijelo Apoksiomena povezani u jednu cjelinu.



Slika 7. Rezultat digitalizacije Apoksiomena - mreža poligona.



Slika 8. Rezultat digitalizacije - paralelni presjeci.

Trodimenzionalna digitalizacija ovako visoke kvalitete predstavlja vjernu kompjutorsku kopiju skulpture u određenom trenutku. Ona omogućava detaljno arhiviranje, različite analize i računarske prezentacije, praćenje eventualnih promjena oblika i nastajanja oštećenja tijekom vremena. Također je moguća izrada vjernih kopija skulpture ili optimalnih ležišta za njen transport itd.

Mjerni sustavi *ATOS II* i *TRITOP* pokazali su se ponovo izuzetno prikladnima za trodimenzionalnu digitalizaciju skulptura i drugih objekata kompliciranog oblika. Tako kvalitetan rezultat dobiven je bezkontaktnim mjerenjem i bez pripreme brončane površine Apoksiomena, tako da njegova sigurnost nije bila niti najmanje ugrožena.

Hrvatskom restauratorskom zavodu zahvaljujemo na povjerenju da provedemo digitalizaciju Apoksiomena i dopuštenju da se ovaj izvještaj pokaže javnosti.