

## TRIDIMENZIONALNA METRIČNA DOKUMENTACIJA IN DIGITALNI ORTOFOTO MARIJINE ROTUNDE V KOPRU

Mojca KOSMATIN FRAS

Institut za geodezijo in fotogrametrijo, SI-1000 Ljubljana, Jamova 2

### IZVLEČEK

Prispevek predstavlja izdelavo metrične dokumentacije rotunde Carmine s kombinacijo sodobnih geodetskih in fotogrametričnih metod. Metode so bile izbrane glede na značilnost objekta. Njegova valjasta oblika je prikazana v tridimenzionalnem računalniškem modelu, kamnita struktura lizen pa je vsebinsko celovito dokumentirana z digitalnim ortofotom. Izdelani so bili tudi situacijski načrt trga poleg Kristilnice in Patriarhovega stolpa in povezave s Titovim trgom. Za potrebe georadarskih meritev so bile izmerjene referenčne točke za izhodiščne pozicije meritev in s tem zagotovljena prostorska kompatibilnost vseh meritev.

**Ključne besede:** kristilnica, Koper, fotogrametrija

Posamezni segmenti uporabljenih metod in tehnik, ki smo jih uporabili pri izdelavi metrične dokumentacije rotunde Carmine, so v strokovni fotogrametrični literaturi že znani. Naša novost je v tem, da smo izdelali popolnoma operativno tehnološko linijo na osebnih računalnikih in razvili novo programsko opremo, ki je v nekaterih rešitvah izvirna.

Za izdelavo končnih izdelkov so bile potrebne naslednje naloge:

#### **GEODETSKE MERITVE:**

poligona  
stojišč za metodo preseka  
kontrolnih točk z metodo preseka  
razdalj

#### **FOTOGRAMETRIČNE NALOGE:**

fotografiranje  
razvijanje plošč  
skeniranje pozitivov  
izdelava digitalnega ortofota  
izris ortofota na film

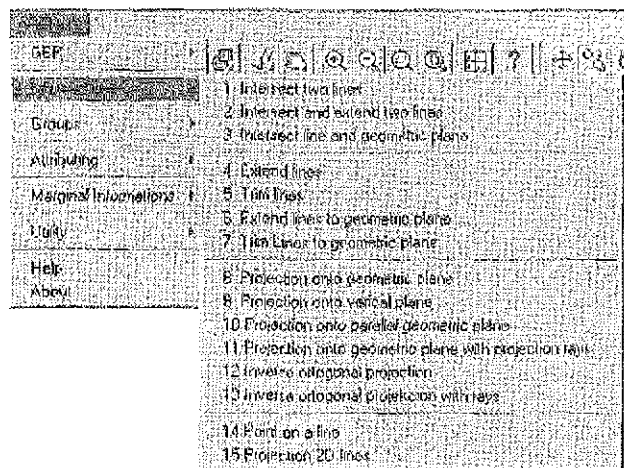
#### **RAČUNALNIŠKA GRAFIKA:**

izdelava 3D žičnega modela  
izdelava 2D grafičnega načrta  
računalniški izris (1 : 20)  
montiranje ortofota na načrt

Okoli objekta smo najprej razvili poligon, ki smo ga navezali na mestno geodetsko mrežo. Iz signaliziranih in izmerjenih stojišč smo z metodo ureza izmerili in izračunali preko 40 kontrolnih točk. Objekt smo nato fotografirali z metrično kamero UMK 10/1318. Za vsak par sosednjih lizen smo naredili vsaj en posnetek. Iz skeniranih pozitivov fotogramov smo s programom Desktop Mapping System ver. 3 (R-WEL, Inc.) izdelali digitalne ortofote vsake posamezne lizene, portala in grbov nad portalom. S kombinacijo fotogrametričnih, geodetskih in ročnih meritev smo izdelali tridimenzionalni žični model objekta. Iz tega modela smo nato razvili dvodimenzionalni plašč lizen, ki smo ga računalniško izrisali v merilu 1 : 20. Nazadnje smo v grafični načrt montirali izrise ortofotov lizen in drugih detajlov na filmu.

V projektu smo uporabili tehnologijo, ki temelji na uporabi osebnih računalnikov in običajnih računalniških programov v kombinaciji z lastno razvito programsko opremo (program IN-SECT za izračun točk z metodo ureza, program ARCHOS za izdelavo 3D modelov).

Pri izdelavi metrične dokumentacije objektov kulturne dediščine želimo čim bolj ohraniti izvirne meritve in s tem morebitne nepravilnosti objektov, ki so nastale iz različnih razlogov. Običajna grafična orodja za obdelavo podatkov v tridimenzionalnem prostoru omogočajo le uporabo pravih geometričnih oblik. Iz tega razloga smo razvili program z imenom ARCHOS, ki deluje v okolju AutoCAD v.13:

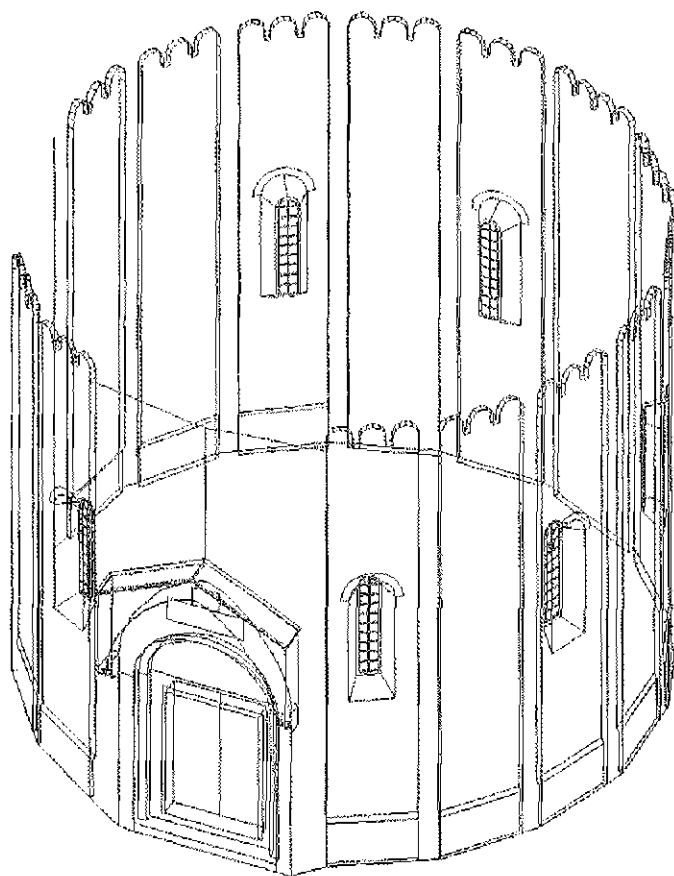


Sl. 1: ARCHOS - osnovni menu in podmenu Intersections.

Fig. 1: ARCHOS - basic menu and Intersections sub-menu.

Na sliki je prikazan osnovni ekranski menu s podmenujem Intersections (preseki), v katerem lahko, na primer, presekaemo dve daljici v njenem prostorskem preseku, podaljšujemo in krajšamo daljice, dobimo presek daljice z geometrijsko ravnino, projiciramo daljice na ravnine idr. Vsi ukazi delujejo tridimenzionalno, pri čemer ni potrebno definirati uporabniškega koordinatnega sistema (User Coordinate System), kot je to običajno v AutoCAD-u. Vpeljali smo koncept geometrijske ravnine kot nove entitete (GEP = Geometric Plane). Vsaka geometrijska ravnina je enolično definirana z imenom in tremi točkami v prostoru. Vsi ukazi v programu delujejo z referenco na definirane ravnine. Opis vseh možnosti bi bil predolg, zato naj omenimo le še nekaj drugih zanimivosti v ARCHOS-u:

- delo s skupinami (groups), ki jih uporabnik definira sam (nova skupina, vklop skupine, izklop skupine, izbor skupine, pregled skupine),
- atributiranje modela (datum meritev, originalni podatki...),



Sl. 2: Tridimenzionalni žični model.

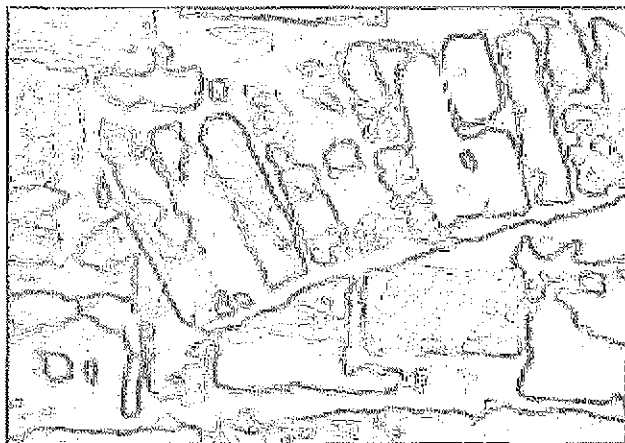
Fig. 2: Threedimensional wireframe.

izdelava izvenokvirne vsebine načrta, glava načrta, vnos podatkov in izhod podatkov preko datotek idr.

Z uporabo programa ARCHOS smo izdelali zaključen, konsistenten tridimenzionalni žični model objekta brez stiene. Originalno merjeni podatki (točke in razdalje) so v modelu ohranjeni in dopolnjeni tako, da je model zaključen. Razdalje in prostorske koordinate posameznih točk lahko neposredno merimo na modelu (AutoCAD ukaza DIST ali ID).

Žični model<sup>1</sup> objekta predstavlja le njegovo geometrično obliko in položaj v prostoru. Posamezne detajle kamnite strukture pa lahko strokovnjak interpretira iz razpačenih fotografij - ortofotografij<sup>2</sup>. Za izdelavo ortofota vsake lizene smo potrebovali najmanj pet kontrolnih točk iz katerih smo izračunali orientacijske parametre posnetka.

Izdelava digitalnega ortofota je v fotogrametrični stroki že uveljavljen postopek, ki pa se po našem mnenju premalo uporablja za namene dokumentacije objektov kulturne dediščine. Pri izdelavi metrične dokumentacije je pomembna interpretacija vsebine, ki pa jo ustrezno lahko opravi le za to usposobljen stro-



Sl. 4: Avtomatsko izločanje robov.

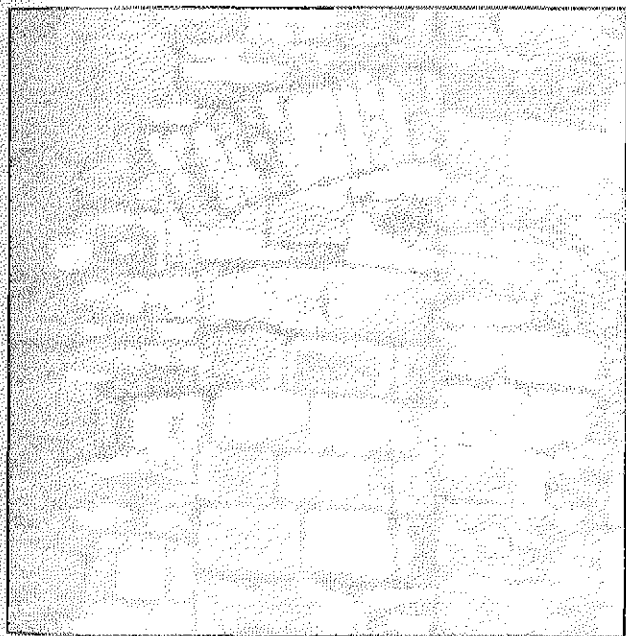
Fig. 4: Automatic edge elimination with inserted orthophoto.



Sl. 5: Poudarjanje reliefne strukture z gradientnim filtrom.

Fig. 5: Accentuation of the structure with gradient filter.

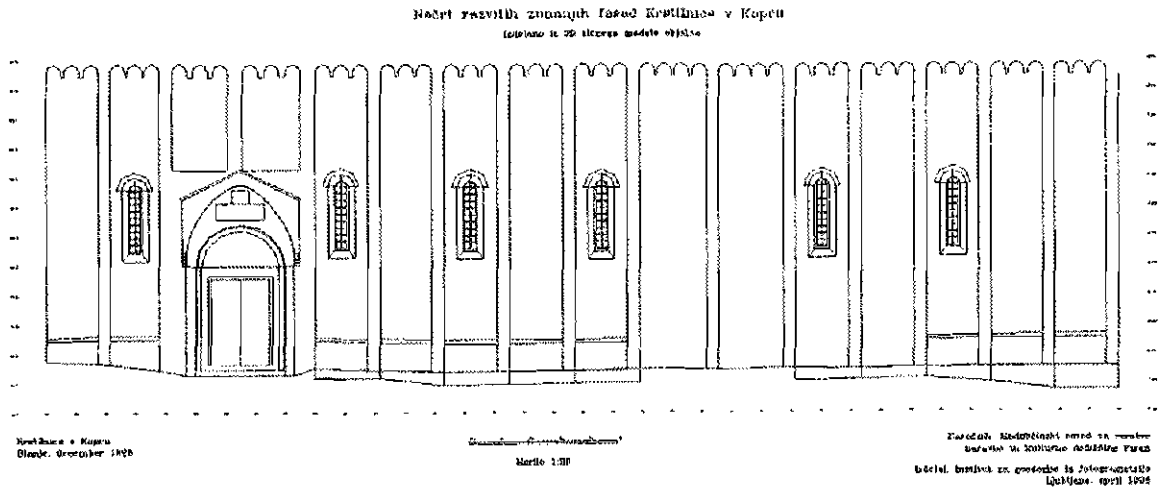
kovnjak. Le-ta interpretacijo izvede na prozorni foliji, ki jo prekrije preko analognega izrisa ortofota, ali pa izvaja t.i. vektorizacijo vsebine na digitalni sliki na zaslonu računalnika. Z uporabo orodij za obdelavo digitalnih slik (npr. razširjeni programi PhotoShop, Corel Draw...) lahko uporabi različne digitalne filtre in doseže zanimive rezultate, kot prikazujeta sliki 4 in 5.



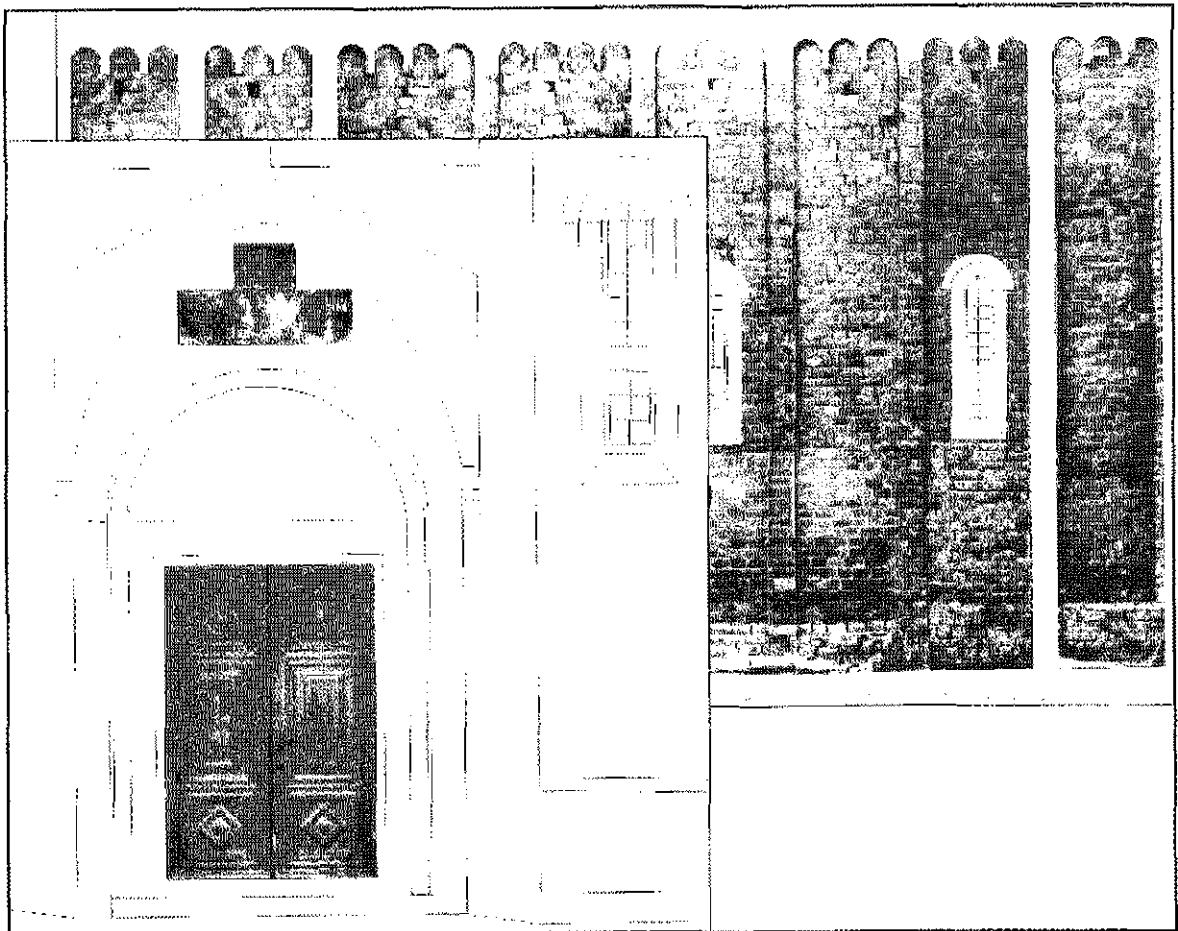
Sl. 3: Izsek digitalnega ortofota.

Fig. 3: Section of a digital orthophoto.

1. Žični model (angl. wireframe) je sestavljen iz robov objekta, kot da bi bil sestavljen iz žice. Na takšnem modelu ne moremo skrivati nevidnih linij in ga ne moremo barvati. Z definiranjem posameznih ploskev iz žičnega modela lahko izdelamo ploskovni model, ki ga je možno barvati, na njem definirati materiale itd.
2. Ortofotografija oz. ortofoto je fotografija ali fotomozaik v ortogonalni projekciji, ki ima vse lastnosti načrta in na njem lahko merimo - je v znanem merilu. Oznaka digitalni ortofoto pomeni, da je slika v digitalni (rastrski) obliki in jo lahko prikazujemo in obdelujemo z računalnikom. Izris na film se v strokovni literaturi označuje z angleškim izrazom hardcopy, medtem ko se za digitalno obliko uporablja izraz softcopy.



*Sl. 6: Grafični načrt rotunde Carmine.*  
**Fig. 6: Diagrammatic presentation of the rotunda of Our Lady of Mount Carmel.**



*Sl. 7: Izsek načrta z montiranim ortofotom.*  
**Fig. 7: Part of the plan.**

Za praktično uporabo smo iz modela razvili dvo-dimenzionalni plašč fasad, pri čemer smo uporabili ortogonalno projekcijo vsake fasade na ravnino načrta. Načrt smo opremili s potrebno vsebino in ga izrisali na stabilni foliji v merilu 1 : 20.

Nazadnje smo izrise ortofotografij na filmu montirali na grafični načrt.

Celoten postopek od terenskih meritev do izdelave končnih izdelkov je dokumentiran v obliki obsežnega pisnega elaborata, ki ga poleg ostalih izdelkov (grafičnega načrta, digitalnih podatkov) dobi naročnik. Dokumentacija v taki obliki omogoča kontrolo kakovosti izdelka in morebitne nadaljnje meritve na objektu.

## THREEDIMENSIONAL METRIC DOCUMENTATION AND DIGITAL ORTHOPHOTO OF THE ROTUNDA OF OUR LADY OF MOUNT CARMEL IN KOPER

*Mojca KOSMATIN FRAS*

Institute of Geodesy and Photogrammetry, SI-1000 Ljubljana, Jamova 2

### SUMMARY

*The article acquaints us with the preparation of a metric documentation of the rotunda of Our Lady of Mount Carmel with a combination of the latest geodesic and photogrammetric methods selected in view of the characteristics of the building. Its cylindrical form is shown in a 3-D computer model, while the stone structure of the lesenes is comprehensively documented with a digital orthophoto. A situation plan of the square along the Baptistry and of the Patriarch's Tower and its link with Tito Square was also made. For the needs of georadar measurements, the reference points for the initial positions of the measurements were determined and thus a spatial compatibility of all of the measurements ensured.*

**Key words:** baptistry, Koper, photogrammetry

LITERATURA<sup>1</sup>

- Alisi, A. (1932):** Duomo di Capodistria. Roma.
- Bergamini, G., Tavano, S. (1997 / ponatis):** Storia dell'Arte nel Friuli Venezia Giulia. Reana del Roiale.
- Bernik, S. (1968):** Organizem slovenskih obmorskih mest Koper, Izola, Piran. Ljubljana.
- Caprin, G. (1905):** L'Istria nobilissima. Trieste.
- Cherini, A. (1993):** La rotonda dei Carmini. La Sveglia, Trieste, 112.
- Cunja, R. (1988):** Koper med Benetkami in Rimom. Piran-Ljubljana.
- De Franceschi, C. (1952):** Delle origini di Capodistria e del suo vescovato. Venezia.
- Erič, M. (1993):** Poizkus uvodnih dendrokronoloških analiz lesa iz ostrešja baptisterija Sv. Janeza Krstnika v Kopru. Arheo, Ljubljana, 9.<sup>2</sup>
- Eurecos. Indagine G.P.R (Ground Probing Radar)** per l'individuazione di strutture sepolte a Capodistria in piazza Tito e dietro la rotonda (1996). Portogruaro.
- Forlati, F. (1956):** Il Battistero romanico di Capodistria. Atti e Memorie della Società Istriana di Archeologia e Storia Patria, Venezia, IV NS.
- Janežič, M. (1996):** Izdelava tridimenzionalnih modelov objektov kulturne dediščine iz fotogrametrično zajetih podatkov. Vestnik, Uprava RS za kulturno dediščino, 15, 57-69.
- Kajfež, T., Stokin, M. (1990):** Škofijski ordinariat. Varstvo spomenikov 31. 178-79.
- Leiss, A. (1912):** La Rotonda di S. Elio e la Chiesa dei Carmini a Capodistria. Pagine Istriane, Parenzo, 11-12.
- Madonizza, A. (1851):** Il duomo di Capodistria. Popolano dell'Istria, Capodistria.
- Mlakar, Š. (1962):** Istra u antici. Pula.
- Naldini, P. (1700):** Corografia ecclesiastica o sia Descrizione della città e della diocesi di Giustinopoli Detto volgarmente Capo d'Istria. Venezia.
- Poli, G. (1951):** Antiche vedute di Capodistria. Pagine Istriane, Trieste, III, 7-8.
- Pusterla, G. (1846):** Chiese di Capodistria nel secolo XVIII. L'Istria, Trieste.
- Rizzi, A. (1987):** Scultura esterna a Venezia. Venezia.
- Semi, F. (1930):** Album fotografico di Capodistria. Capodistria.
- Semi, F. (1934):** Il duomo di Capodistria. Parenzo.
- Semi, F. (1937):** L'arte in Istria. Pola.
- Semi, F. (1975):** Capris Iustinopolis Capodistria. Trieste.
- Stokin, M. (1995):** Vloga srednjeveške arheologije pri raziskovanju urbane stavbne dediščine. Annales, Koper, 6, 49-54.
- Venturini, D. (1906):** Guida storica di Capodistria. Capodistria.
- Zadnikar, M. (1982):** Romanika v Sloveniji. Ljubljana.
- Ziliotto, B. (1910):** Capodistria. Trieste.
- Trenz, A. (1993):** Poročilo o arheoloških sondažnih raziskavah na območju Pretorske palače v Kopru / tipkopis. MZVNKD Piran.
- Weimann, G. (1988):** Architektur-Photogrammetrie. Karlsruhe, Wichmann Verlag.
- Župancič, M. (1994):** Pokrajinski muzej Koper, Koprška stolnica / arheološka sondiranja.

1 Gre za skupen seznam literature k člankom Mojce Guček Metodologija zavarovalnih konservatorskih raziskav v Marijini rotundi v Kopru in nova odkritja, Marka Stokina Arheološka interpretacija rotunde Karmelske Matere božje v Kopru v kontekstu umetnostnozgodovinske stroke in Mojce Kosmatin Fras Tridimenzionalna metrična dokumentacija in digitalni ortofoto Marijine rotunde v Kopru.

2 Glej tudi članek v nadaljevanju M. Eriča, A. Umeka in M. Županciča Datacija lesa iz ostrešja kapele Karmelske Matere božje v Kopru in poizkus zgodovinske umestitve (Annales, 10, 97-104) - op. u.