

Marcin Gul
Regina Tokarczyk

PRZESTRZENNA REKONSTRUKCJA ZABYTKOWEGO OBIEKTU ¹

Streszczenie

W artykule opisano pomiar fotogrametryczny i opracowanie jego wyników mające na celu otrzymanie pełnego trójwymiarowego komputerowego modelu zabytkowego grobowca znajdującego się na Cmentarzu Rakowickim w Krakowie. Do utworzenia rysunku wektorowego posłużyły zeskanowane zdjęcia wykonane kamerą Rolleiflex 6006 metric i opracowane na cyfrowym autografie ekranowym VSD-AGH. Trójwymiarowy model komputerowy pokryto przetworzonymi zdjęciami z aparatu cyfrowego Minolta RD 175 wykorzystując oprogramowanie MicroStation 95. Model ten wraz z ortofotomapą fragmentu cmentarza i opisem słownym według standardów konserwatorskich stanowić może bazę danych systemu informacji o obiekcie.

1. Wstęp

W zakresie opracowań architektonicznych wykonanych metodami fotogrametrycznymi znajdowały się, do czasu rozwoju technik komputerowych, tradycyjne rysunki elewacji, rzuty, przekroje, często uzupełniane rysunkami i zdjęciami detali. Obecnie dzięki szybkiemu rozwojowi sprzętu i oprogramowania coraz częściej sporządzane są opracowania komputerowe. Doskonalsze i tańsze, zarówno sprzęt jak i technologie, umożliwiają poszerzenie grupy potencjalnych użytkowników opracowań fotogrametrycznych – są to architekci, konserwatorzy, rzeźbiarze, malarze. Opracowanie nie musi być wydrukiem, lecz plikiem programu typu CAD. Trójwymiarowy model obiektu pokryty przetworzonymi zdjęciami umożliwia oglądanie go z różnych stron i pozwala na projekcję zbliżeń detali architektonicznych. Można z niego otrzymać dowolnie definiowane rzuty i przekroje, daje też pełny efekt fotorealizmu. Dołączenie do tego danych opisowych i informacji o otoczeniu obiektu w postaci zdjęcia lotniczego, ortofotomapy lub cyfrowego modelu terenu daje pełny system informacji o obiekcie.

W ramach pracy dyplomowej pt. „Trójwymiarowa rekonstrukcja obiektu fotogrametrycznej inwentaryzacji architektonicznej” wykonano inwentaryzację

¹ Opracowanie powstało w oparciu o pracę dyplomową Marcina Gula (promotor: dr inż. Regina Tokarczyk) pt. „Trójwymiarowa rekonstrukcja obiektu fotogrametrycznej inwentaryzacji architektonicznej”

w przestrzeni 3D zabytkowego grobowca znajdującego się na Cmentarzu Rakowickim w Krakowie. Celem pracy było wykazanie, że trójwymiarowy model obiektu można wykonać szybko i za pomocą w miarę taniego sprzętu i oprogramowania, a model ten jest w stanie dostarczyć informacji wymaganych przez obowiązujące wytyczne techniczne G-3.4 „Inwentaryzacja zespołów urbanistycznych, zespołów zieleni i obiektów architektury”.

2. Opis rekonstruowanego obiektu

Obiektem, który był przedmiotem inwentaryzacji architektonicznej jest zabytkowy grobowiec znajdujący się na Cmentarzu Rakowickim w Krakowie. Jest on wpisany do rejestru zabytków i posiada swoją Kartę Ewidencyjną Wojewódzkiej Służby Ochrony Zabytków. Nie jest znana historia grobowca, w karcie nie jest też wymieniony autor projektu i wykonawca, ale na przedniej ścianie grobowca widnieje wykute prawdopodobnie jego nazwisko – K. Chowiński. Nagrobek w dolnej części zrobiony jest z piaskowca, na niej znajduje się marmurowy obelisk. Na przedniej ścianie umieszczona jest inskrypcja: „Dusza moja nadzieję miała w Panu Ps.129” i dwa herby: z koniem i podkową i z podkową i gwiazdą. Na obelisku wyryte są inskrypcje: z Margoinów Emilia na Lgocie Lgocka ur. 28 czerwca 1819 zm. 3 marca 1895r. i Petronela Margoin ur. 30 maja 1829 zm. 18 listopada 1894 r. Wymiary grobowca to: 3.98 m wysokość, 1.50 m szerokość, 2.33 m długość.

3. Fotogrametryczny pomiar obiektu inwentaryzacji architektonicznej

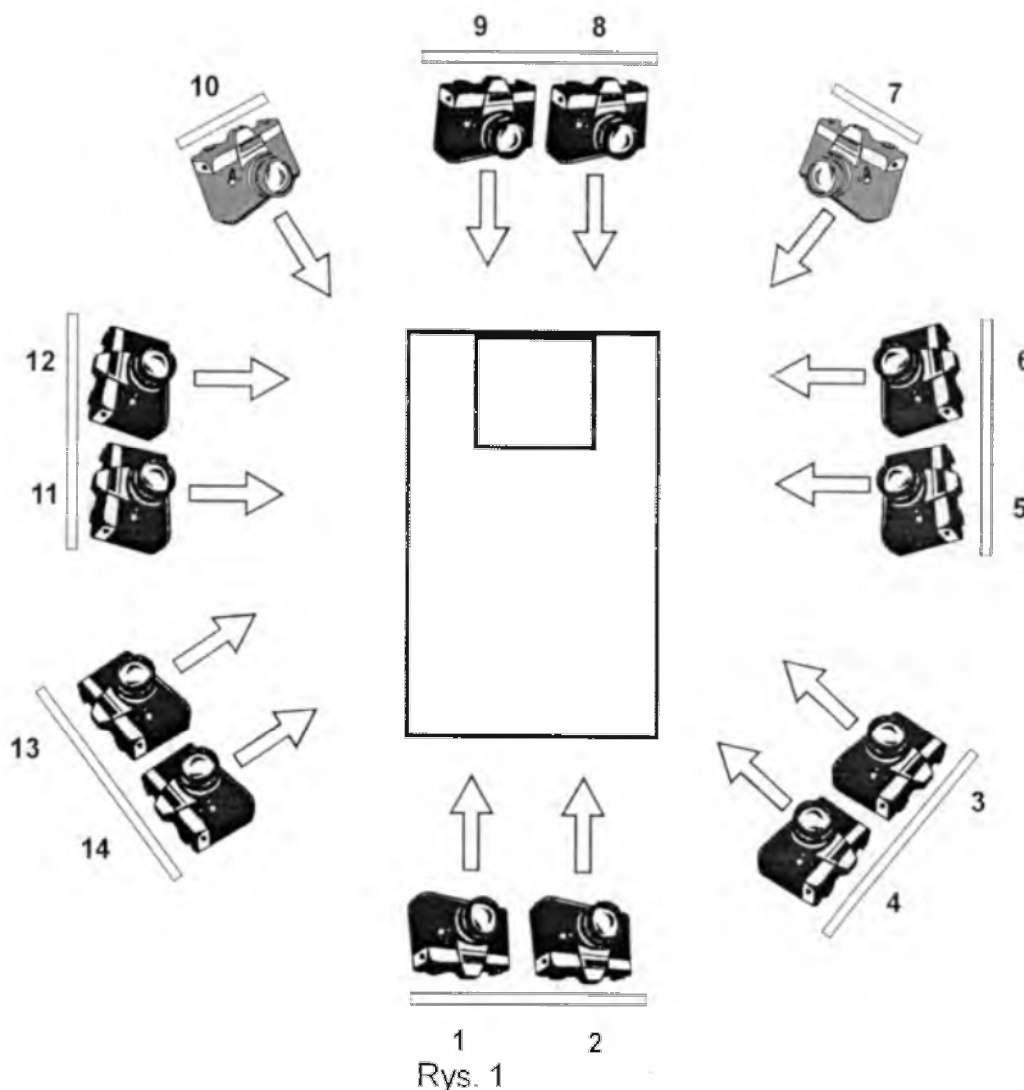
Zdjęcia pomiarowe grobowca wykonano dwoma kamerami: dla celów utworzenia wektorowego modelu obiektu wykorzystano metryczną kamerę Rolleiflex 6006, dla pokrycia modelu przetworzonymi zdjęciami - cyfrowy aparat fotograficzny Minolta RD 175.

Osnowę tworzyło kilka zasygnalizowanych punktów umieszczonych na grobowcu, których współrzędne w lokalnym układzie wyznaczono drogą pomiaru geodezyjnego. Dla opracowania fotogrametrycznego na autografie wykonano 6 par zdjęć stereoskopowych o tych samych elementach orientacji wewnętrznej, a dla wzmocnienia geometrii sieci zdjęć jeszcze dodatkowe pojedyncze zdjęcia zbieżne (Rys. 1).

Ponieważ łączenie rysunku wektorowego tworzonego na autografie z wielu modeli wymagało dużej dokładności opracowania, zaistniała konieczność zagęszczenia osnowy fotogrametrycznej tak, aby na wszystkich większych płaszczyznach nagrobka znalazły się punkty o znanych współrzędnych w układzie odniesienia.

Postać cyfrową zdjęć wykonanych kamerą Rolleiflex uzyskano przez zeskanowanie barwnych diapozytywów za pomocą skanera Photoscan TD firmy Intergraph z rozdzielczością 28 μm . Współrzędne tłowe punktów użytych do zagęszczenia sieci fotogrametrycznej pomierzono na obrazach cyfrowych za pomocą autografu ekranowego VSD-AGH. Równoczesne obliczenie i wyrównanie niewiadomych elementów orientacji zewnętrznej zdjęć i współrzędnych punktów sieci fotogrametrycznej dokonano metodą niezależnych wiązek wykorzystując analityczny

system ORIENT (TU Vienna). Położenie punktów obrazu korygowano ze względu na deformację filmu drogą transformacji rzutowej na płaszczyznę płytki Resea'u i ze względu na dystorsję obiektywu. Wyznaczone współrzędne dodatkowych fotopunktów będących głównie szczegółami sytuacyjnymi charakteryzuje dokładność rzędu 5-7 mm.

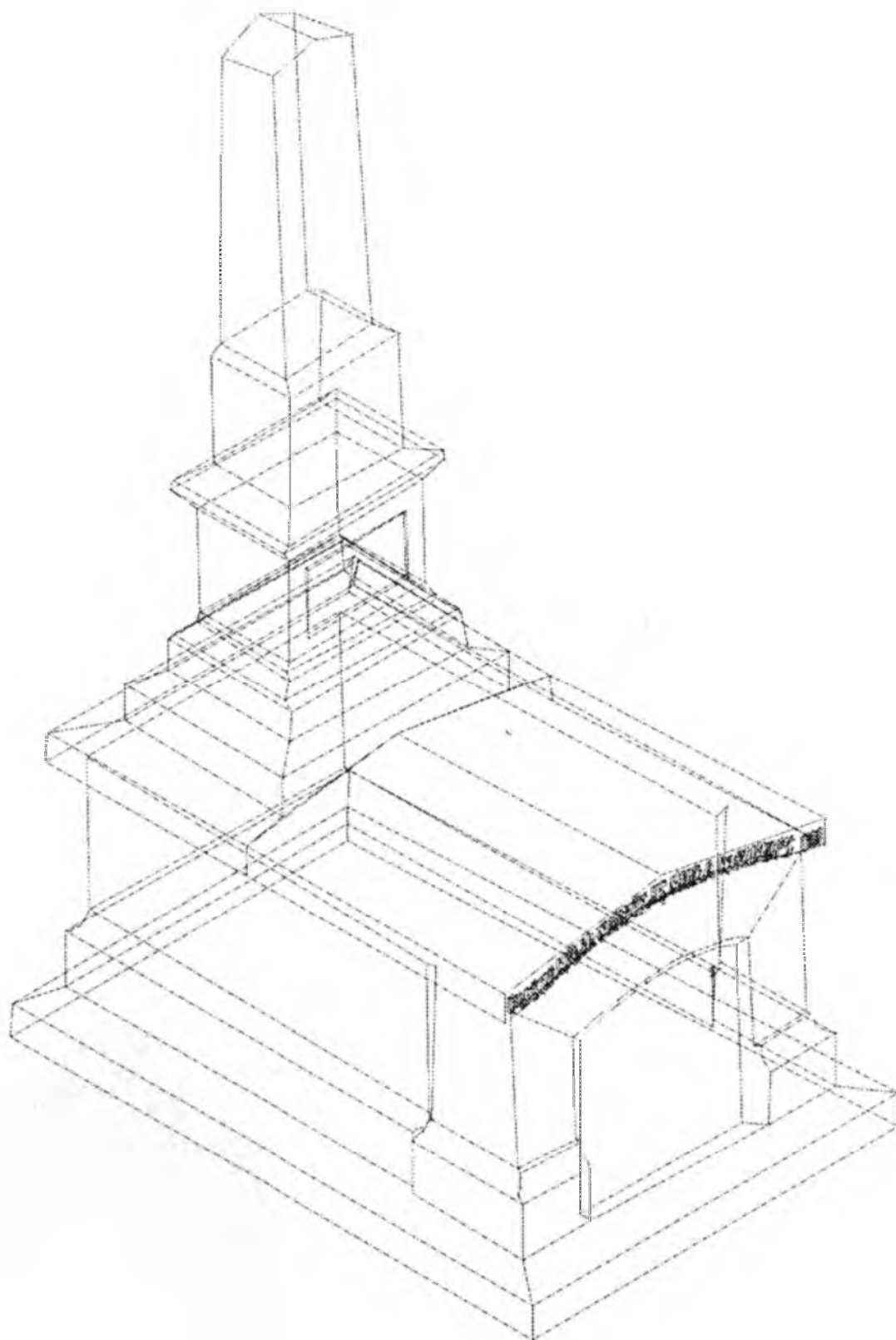


Opracowanie stereogramów na VSD obejmowało orientację: wewnętrzną, wzajemną i bezwzględną oraz wektoryzację treści modelu. Po wykonaniu rysunku wektorowego z jednego modelu, wczytywano go do innego w celu w celu uzgodnienia styków i uniknięcia powtórzeń opracowania tych samych fragmentów. Po ukończeniu rysunku plik *.dxf został wczytany do programu MicroStation 95.

4. Obróbka rysunku wektorowego i realistyczna prezentacja obiektu w programie MicroStation 95

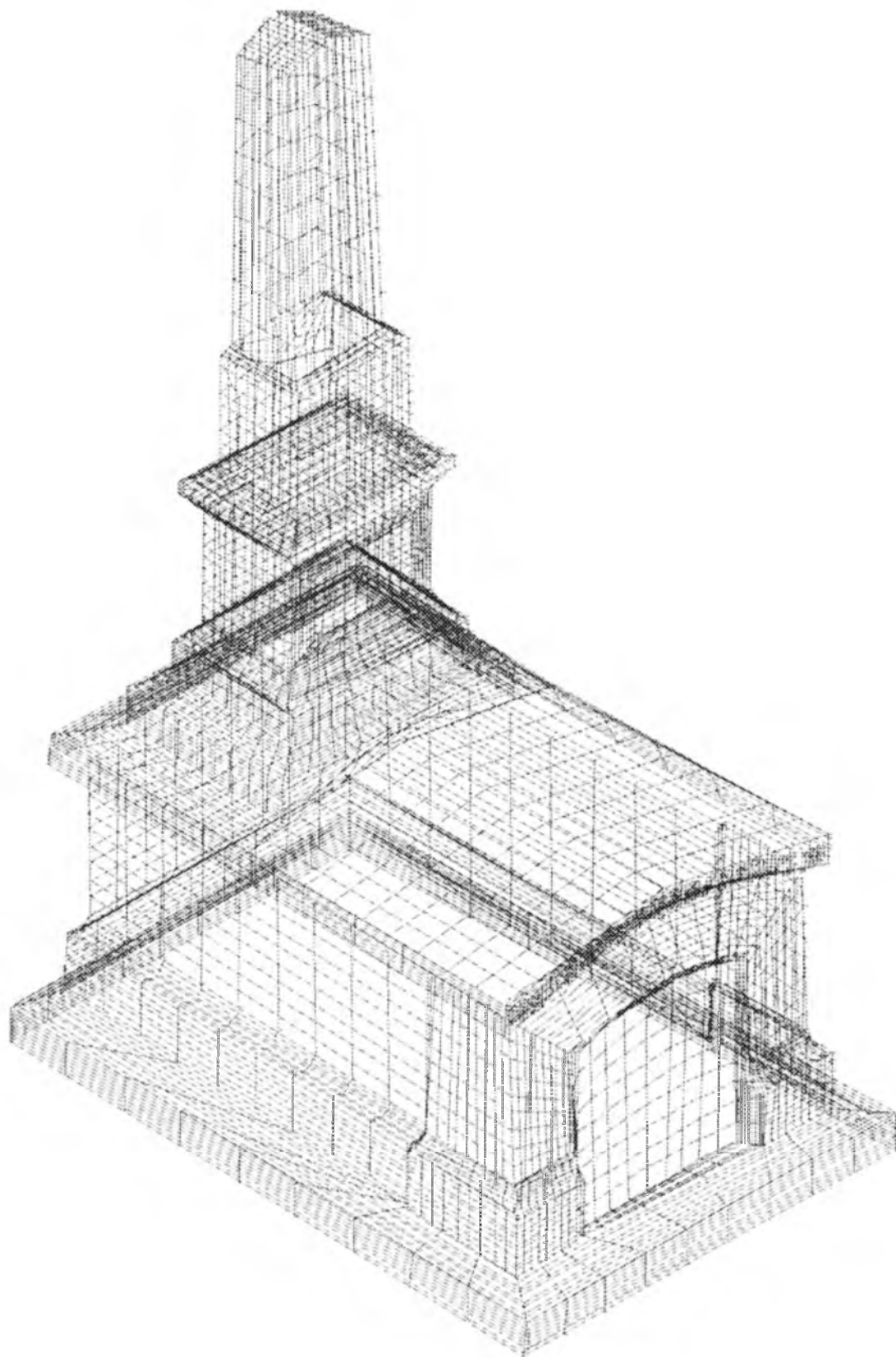
Rysunek wczytany z pliku *.dxf był w stanie surowym. Należało uzgodnić styki między modelami, dociągnąć i uzupełnić brakujące (niewidoczne na stereogramach)

odcinki. Pomocne tu były opcje wydłużania linii (*extend*) i wzajemnego ich przycinania (*trim*). Końcowym efektem był model szkieletowy – *wire frame* (Rys. 2).



Rys. 2

Następnym etapem było wykonanie modelu powierzchniowego (*surface model*), definiowano kolejno powierzchnie lub płaszczyzny go tworzące (Rys. 3).



Rys. 3

Korzystano z opcji *construct surface by edges*, czyli z tworzenia powierzchni poprzez wskazanie ograniczających ją odcinków. Odmienny sposób posłużył do utworzenia przestrzennego napisu na przedniej ścianie nagrobka – na VSD narysowano tylko przedni zarys liter, potem skorzystano z funkcji *construct surface of projection*. Powoduje ona rzutowanie zarysu elementu w zadanym kierunku i na zadaną głębokość – z promieni rzutujących powstają w ten sposób boczne ściany elementu.



Rys. 4

Mając utworzony model powierzchniowy można przystąpić do *renderingu*, czyli do jego wizualizacji. Najpierw trzeba ustawić oświetlenie obiektu, tu zastosowano dwa źródła światła: pierwsze (*ambient*) równomiernie oświetla cały obiekt, drugie (*flashbulb*) oświetla obiekt z miejsca obserwowania modelu przez hipotetycznego obserwatora.

Pierwszy rodzaj *renderingu* to wizualizacja bez przypisania elementom obiektu odpowiednich materiałów, obiekt ma wtedy taki kolor jak siatka, która go tworzy, jednak odpowiednio cieniowany i oświetlony. Drugim sposobem wizualizacji jest przypisanie obiektowi materiału z szerokiej palety dostępnej w programie. Rys. 4 przedstawia inwentaryzowany grobowiec pokryty materiałem marmuropodobnym. Ten sposób wizualizacji stosowany jest powszechnie w pracach projektowych, natomiast w inwentaryzacji należy przedstawić obiekt już istniejący. Na każdym zdjęciu wykonanym kamerą Rolleiflex odfotografowuje się 109 krzyży Resea'u, zatem nie jest wskazane użycie tych zdjęć do pokrycia modelu komputerowego. Dla tego celu wykonano kilkadziesiąt zobrazowań cyfrowych Minoltą RD 175.

Realistyczny model obiektu ma być kompletny, dlatego muszą być zobrazowane wszystkie elementy zabytku, nie może być miejsc „martwych”, nieodfotografowanych, zasłoniętych lub zaciemnionych.

Przyjęto założenie, że duże płaszczyzny grobowca będą pokryte swoimi zdjęciami, zaś małe – fragmentami większych zdjęć rozpiętymi na nich. Odpowiednie fragmenty zdjęć do pokrycia zostały „wycięte” za pomocą programu IRAS C przez obrysowanie poligonem i użycie opcji *extract by existing polygon*. Funkcją *attach material* przypisano wszystkim elementom odpowiednie przetworzone zdjęcia, efektem jest realistyczny model grobowca (Rys. 5).

5. Podsumowanie

Trójwymiarowa rekonstrukcja staje się na świecie główną metodą prezentacji wyników inwentaryzacji architektonicznej [Bric 1996, Fiedler 1996, Freudenreich 1996, Hanke 1996, Borowiec i Tokarczyk 1998]. Metoda ta jest pracochłonna ale z roku na rok staje się tańsza, ze względu na obniżenie się cen sprzętu komputerowego oraz fotograficznych aparatów cyfrowych.

Bardzo przydatne w tego typu opracowaniach są niedrogie autografy ekranowe, pracujące w oparciu o PC, tak jak zastosowany VSD. Do obróbki wystarcza standardowe oprogramowanie typu CAD. Powstają też programy umożliwiające definiowanie płaszczyzn już w czasie fotogrametrycznej obróbki, co znacznie przyspiesza i ułatwia opracowanie modelu.

Należy mieć nadzieję, że kompletne trójwymiarowe opracowania staną się obowiązującym standardem w inwentaryzacji obiektów zabytkowych.



Rys. 5

Literatura

1. Bric V., 1996, The use of Photogrammetry in documentation on objects of cultural heritage, Vestnik, Ministerstvo za kulturo, Uprava Republike Slovenije za kulturno dediscino, Ljubljana.
2. Fiedler T., 1996, New technologies and possibilities for photogrammetric generation of documentation needed for reconstruction of cultural property, Vestnik, Ministerstvo za kulturo, Uprava Republike Slovenije za kulturno dediscino, Ljubljana.
3. Freudenreich P., 1996, Photorealistic presentation of the Palais Grand Ducal based on photogrammetric recording", International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Part B5, Vienna.
4. Hanke K., 1996, A general approach for object oriented 3D mapping in digital close range restitution", International Archives of Photogrammetry and Remote Sensing, Part B5, Vienna.
5. Borowiec M., Tokarczyk R., 1998, Komputerowa prezentacja wynik6w inwentaryzacji architektonicznej, Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji, Vol. 8, Krak6w.

Autorzy

mgr inż. Marcin Gul

dr inż. Regina Tokarczyk

Zakład Fotogrametrii i Informatyki Teledetekcyjnej

Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

30-059 Krak6w, al. Mickiewicza 30

tel. (0-12) 617 38 26

fax (0-12) 633 17 91

Recenzował dr inż. Piotr Sawicki