

Seminarium Jubileuszowe
60-lecia Katedry Geodezji Politechniki Gdańskiej

Krzysztof Chmielewski
Jakub Szulwic

**NIOMETRYCZNE ZDJĘCIA CYFROWE W FOTOGRAMETRII
BLISKIEGO ZASIĘGU W SYSTEMIE TOPCON PI-3000**

Streszczenie: Referat jest opisem możliwości opracowania obiektu architektonicznego w systemie Topcon Image Surveying Station PI-3000. Prezentuje możliwości współczesnej fotogrametrii cyfrowej opartej na niometrycznych obrazach pozyskanych z amatorskich aparatów cyfrowych.

SŁOWA KLUCZOWE: obrazy cyfrowe, kamery niometryczne, fotogrametria bliskiego zasięgu.

1. WSTĘP

W ramach testów badawczych firma TPI Sp. z o.o. udostępniła Katedrze Geodezji Politechniki Gdańskiej oprogramowanie Topcon Image Surveying Station PI-3000. W ramach przeprowadzonych rejestracji obiektów architektonicznych potwierdzona została istotna przydatność systemu do inwentaryzacji architektonicznej z użyciem aparatów o rozdzielczości powyżej 3 milionów pikseli, a przy zastosowaniu wysokorozdzielczych, skalibrowanych aparatów cyfrowych o matrycy powyżej 8 milionów pikseli jako możliwa oceniona została także przydatność do precyzyjnych opracowań architektonicznych i inwentaryzacji inżynierskiej także z pomiarem deformacji, propagacją rys i monitoringiem budowli. Współczesne aparaty cyfrowe pozwalają na rejestrację obrazów o rosnącej rozdzielczości geometrycznej i kątowej, a cena zakupu urządzeń obrazujących nie jest zaporową. Wobec powszechnego dostępu do aparatów cyfrowych o rozdzielczości matrycy przekraczającej 3 miliony pikseli oczekiwane jest rozpowszechnienie opracowań inwentaryzacyjnych z wykorzystaniem metod fotogrametrycznych odniesionych do zobrażeń niometrycznych pozyskanych amatorskimi aparatami średniorozdzielczymi. Tymczasem system PI-3000 pozwala dokonywać wizualizacji geometrycznych 3D w oparciu właśnie o niometryczne zobrażenia cyfrowe.

2. EKSPERYMENTY INWENTARYZACYJNE

W ramach testu inwentaryzacji fotograficznej uproszczonemu opracowaniu fotogrametrycznemu poddano ganek przy centralnej elewacji gmachu głównego – budynku rektoratu – Politechniki Gdańskiej. W kooperacji z firmą TPI Sp. z o.o. Oddział Gdańsk pomiar osnowy sygnalizowanych F-punktów został wykonany stacją pomiarową Topcon GPT 3007, a opracowanie fotogrametryczne przeprowadzono na Topcon Image Surveying Station PI-3000. Do rejestracji fotograficznej z poziomu gruntu i ekspozycji wysokościowych na podnośniku hydraulicznym użyte zostały aparaty cyfrowe Kodak DC4800 (2160x1440 pikseli; 3,1 miliona pikseli) i Kodak DCS Pro 14n (4500x3000 pikseli; 13,5 miliona pikseli). Aparaty poddano kalibracji (Sawicki, 2000) w laboratorium Katedry Fotogrametrii i Teledetekcji WGiGP UWM, gdzie wyznaczono elementy orientacji wewnętrznej oraz współczynniki opisujące dystorsję aparatów użytych w eksperymencie. System PI-3000 nie oferuje modułu kalibracji aparatów, ale z przeprowadzonych analiz wynika, że dla potrzeb prac inwentaryzacji architektonicznej wystarczającym przybliżeniem modelu dystorsji

jest wynik uzyskiwany w procesie automatycznej kalibracji prowadzonej w oprogramowaniu PhotoModeler PRO. Eksperyment był prowadzony w zespole Katedry Geodezji PG we współpracy z dr. inż. Arturem Janowski i dr. inż. Piotrem Sawickim z Wydziału Geodezji i Gospodarki Przestrzennej Uniwersytetu Warmińsko-Mazurskiego w Olsztynie (WGiGP UWM). Jednocześnie w pracach porównawczych odwołano się do materiałów fotograficznych zarejestrowanych wcześniej w ramach eksperymentów prowadzonych na WGiGP UWM i Politechnice Gdańskiej (Sawicki i in., 2000, Janowski i in. [1], [2], 2005) oraz w TPI Sp. z o.o. Prezentacja opracowań wybranych obiektów została przedstawiona na Ryc. od 3. do 10.

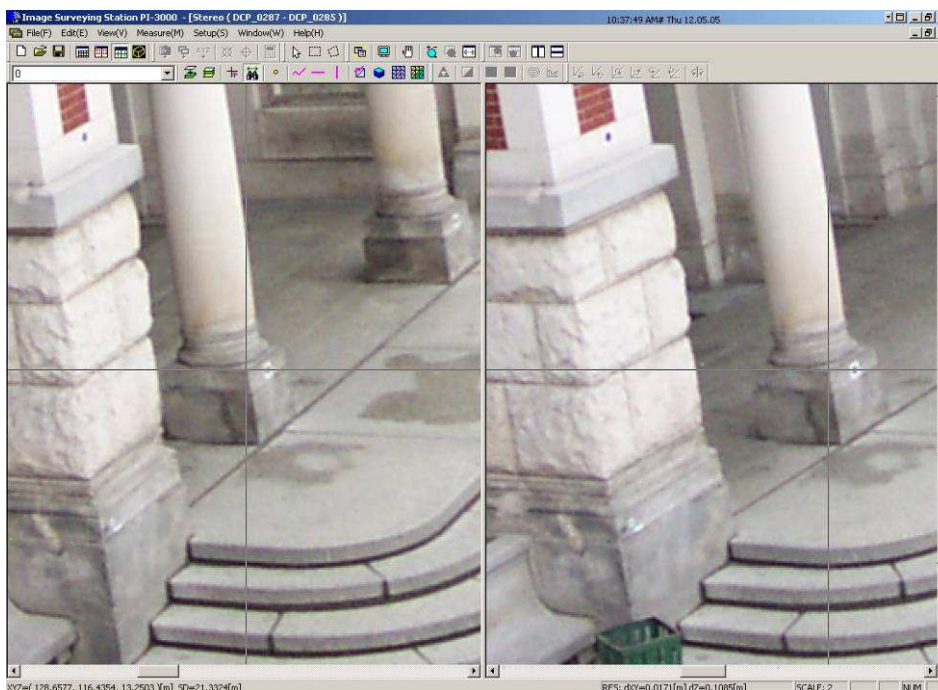
3. OCENA MOŻLIWOŚCI

System PI-3000 pozwala na dokonywanie pomiarów z użyciem nie tylko obrazów z profesjonalnych kamer fotogrametrycznych; jego najmocniejszą stroną jest możliwość wizualizacji i budowania modeli geometrycznych z niemetrycznych zdjęć cyfrowych pozyskanych z różnych aparatów, sensorów i kamer bez konieczności określania współrzędnych stanowisk fotografowania – środków rzutów zdjęć – przy jednoczesnym wprowadzaniu obrazów do wspólnego projektu. Po rozwiązaniu terratriangulacji w oparciu o terenowe fotopunkty i punkty wiążące stereogramy możliwe jest wyznaczenie współrzędnych terenowych opracowywanych obiektów jest możliwe przez wskazanie punktów homologicznych na lewym i prawym zdjęciu stereopary (Ryc. 2.), jak i w systemie widzenia stereoskopowego z wykorzystaniem polaryzacyjnych okularów 3D i specjalistycznego monitora. System umożliwia automatyczne modelowanie powierzchni mierzonych obiektów wizualizując ją w sposób ciągły tonowana barwą (Ryc. 3.) z możliwością nałożenia tekstury z określonego zdjęcia stereopary (Ryc. 4., 6., 8.). Modelowanie brył obiektów i wybranych elementów jest możliwe także z użyciem nieregularnej siatki trójkątów – TIN – Triangular Irregular Network (Ryc. 5., 7., 9.). Siatka trójkątów, będąc wektorowym przybliżeniem powierzchni inwentaryzowanych obiektów, pozwala na eksport modelu powierzchni do wielu współcześnie używanych formatów zapisu danych przestrzennych – np. VRML (Ryc. 10.), standardu AutoCad DXF i plików tekstowych współrzędnych XYZ – przez co PI-3000 może być wykorzystane do zasilania innych systemów pomiarowych i wizualizacyjnych. System PI-3000 umożliwia również tworzenie przekrojów, generowanie warstw, obliczanie powierzchni i pomiaru odległości oraz generowanie ortoobrazów dla wybranych powierzchni obiektu.

Fotogrametria cyfrowa, odniesiona do pomiarów z wykorzystaniem obrazów niemetrycznych, jest narzędziem szczególnie przydatnym przy opracowywaniu obiektów niedostępnych (Bernasik, Mikrut, 2003), gdyż pozwala na nieporównywalnie swobodniejszą rejestrację niż w przypadku profesjonalnego opracowania fotogrametrycznego z użyciem kamer metrycznych. Takie podejście umożliwia stosowanie metod fotogrametrycznych do opracowania zdarzeń, których krótkotrwałość uniemożliwia planowaną rejestrację fotograficzną.



Ryc. 1. Wejście do Gmachu Głównego Politechniki Gdańskiej: przykładowa stereopara – zdjęcia z aparatu Kodak DC4800 przed przetworzeniem w systemie PI-3000.



Ryc. 2. Wejście do Gmachu Głównego Politechniki Gdańskiej; pomiar współrzędnych terenowych punktu wskazanego na stereoparze zdjęć niemetrycznych, po przetworzeniu w PI-3000.

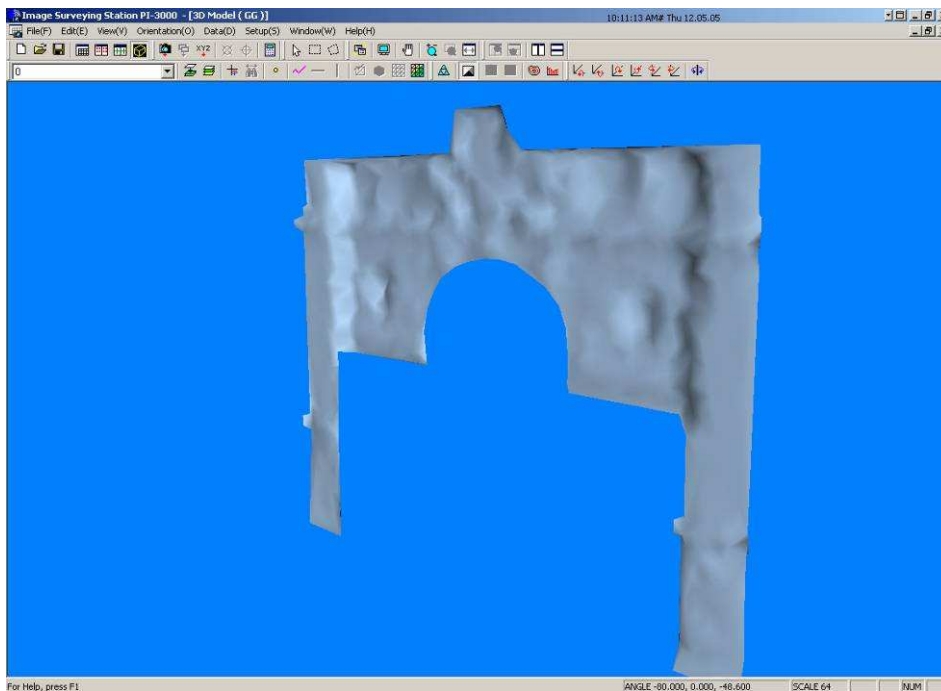
Szczególnie cenne wydaje się stosowanie systemu PI-3000 w opracowaniach z rejestracji katastrof, awarii budowlanych, klęsk żywiołowych, obiektów ruchomych. W pracach mogą być też wykorzystane zdjęcia archiwalne, przy czym należy pamiętać, że jakość wyników jest w istotnej mierze uzależniona od poprawności kalibracji aparatu niemetrycznego, rozdzielczości matrycy rejestrującej i poprawnego dobrania zdjęć tworzących stereopary podlegające opracowaniu. Poza doświadczeniem operatora i analizą obszarów refleksyjnych (np. szyby okienne) są to jednak zasadnicze cechy wpływające na poprawność opracowania.

4. PODSUMOWANIE

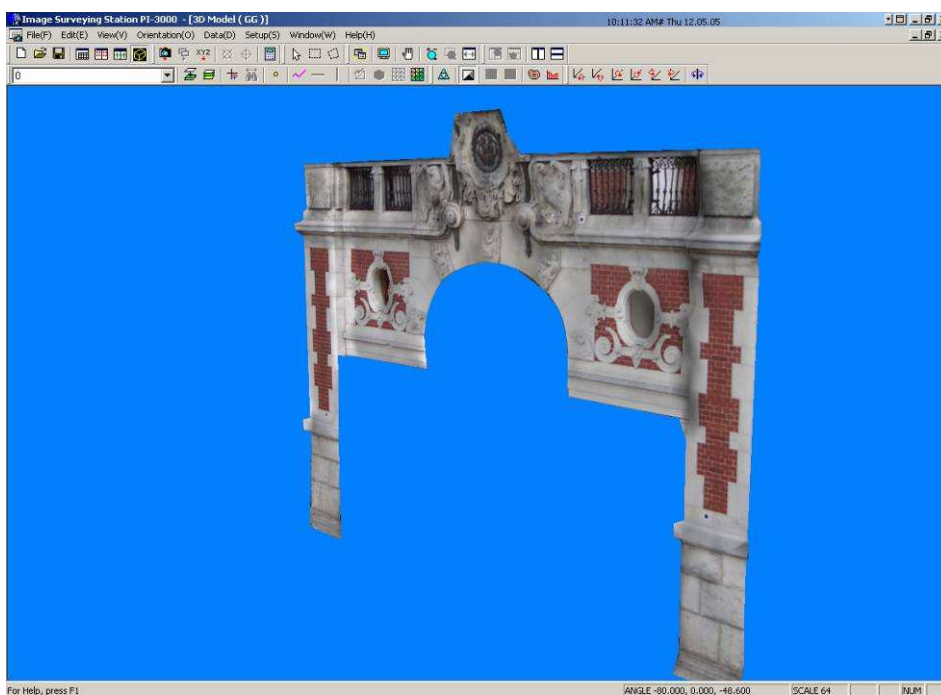
Analizując wyniki przeprowadzonych eksperymentów można stwierdzić, że zastosowanie PI-3000 pozwoliło podnieść funkcjonalność opracowania fotogrametrycznego, przez co mniejszą wagę można przyłożyć do wad przypisywanych metodom fotogrametrycznym: większego skomplikowania pomiarów fotogrametrycznych od prac geodezyjnych i wysokich kosztów technologii fotogrametrycznej. Jednocześnie niezmiennie cenne pozostają pozytywne cechy metod fotogrametrycznych:

- możliwość równoczesnej rejestracji wielu punktów obiektu, także dla elementów niedostępnych dla pomiarów tradycyjnych lub podanych na uszkodzenia czy zaburzenia kształtu w przypadku kontaktu z przyrządem pomiarowym,
- skrócenie czasu dla pomiarów terenowych na rzecz opracowań kameralnych,
- automatyzacja pomiarów wynikająca ze stosowania obrazów cyfrowych,
- zwiększanie dokładności pomiarów obrazów cyfrowych do wielkości podpixselowych.

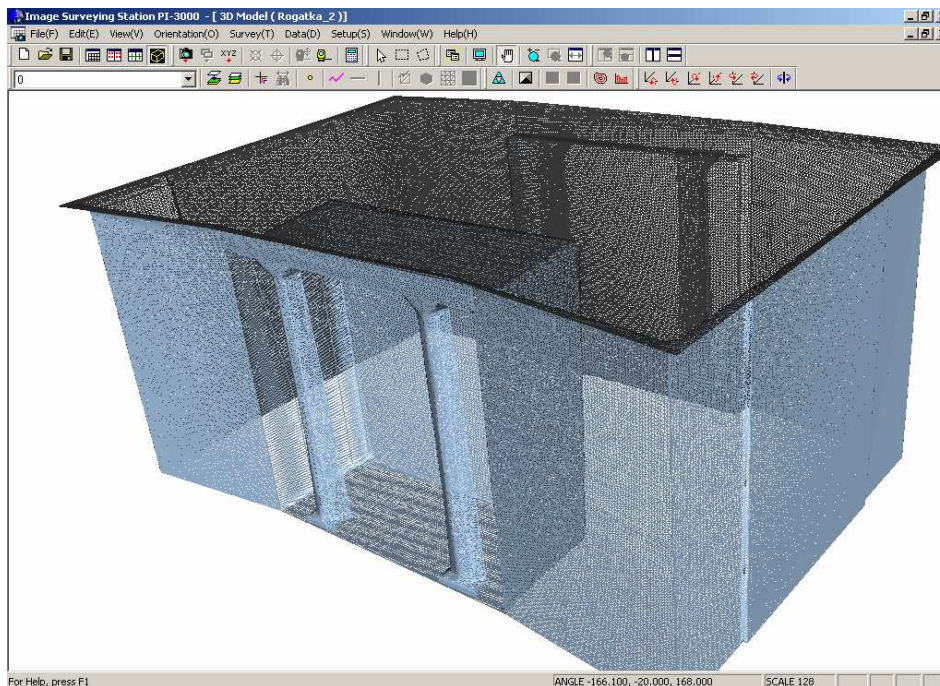
Bieżące badania odwołujące się do rejestracji z użyciem niemetrycznych kamer cyfrowych są prowadzone w zespole naukowym Politechniki Gdańskiej i UWM w Olsztynie. W perspektywie jest wykorzystanie systemu PI-3000 do inwentaryzacji podwodnych stanowisk archeologicznych we współpracy z Centralnym Muzeum Morskim w Gdańsku, gdyż wydaje się, że system ten może być istotnym wsparciem dla tych badań.



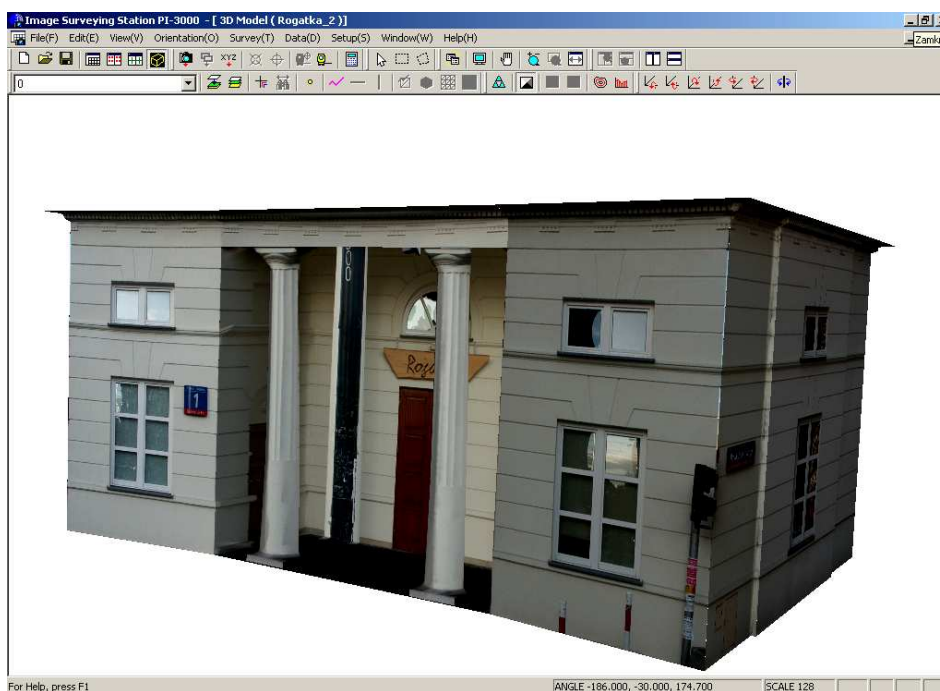
Ryc. 3. Wejście do Gmachu Głównego Politechniki Gdańskiej:
modelowanie powierzchni fragmentu frontowej ściany ganku.



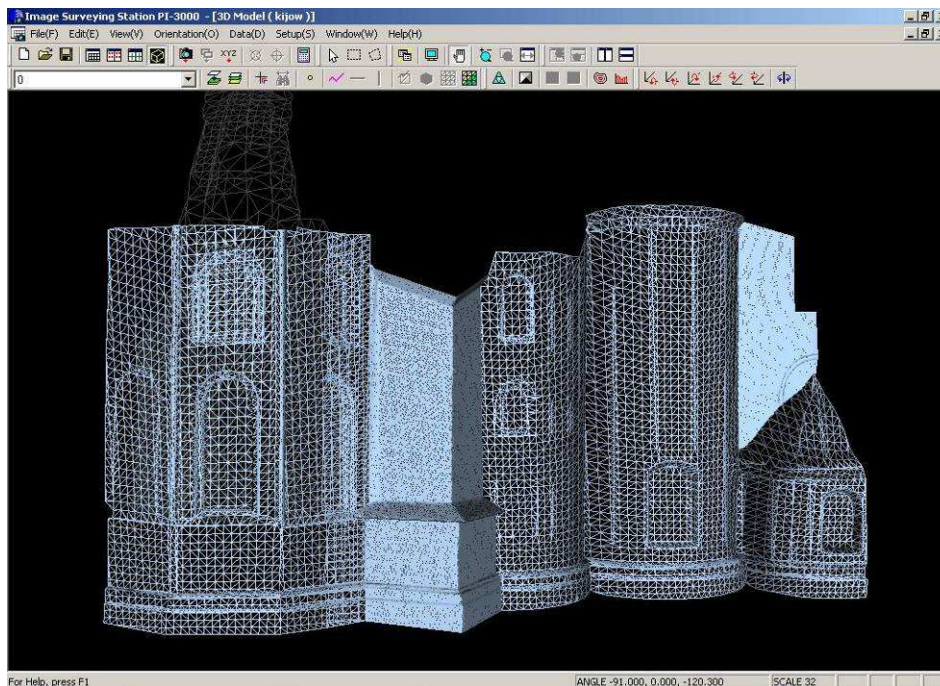
Ryc. 4. Wejście do Gmachu Głównego Politechniki Gdańskiej:
dopełnienie modelu fragmentu frontowej ściany ganku teksturą z lewego zdjęcia stereopary.



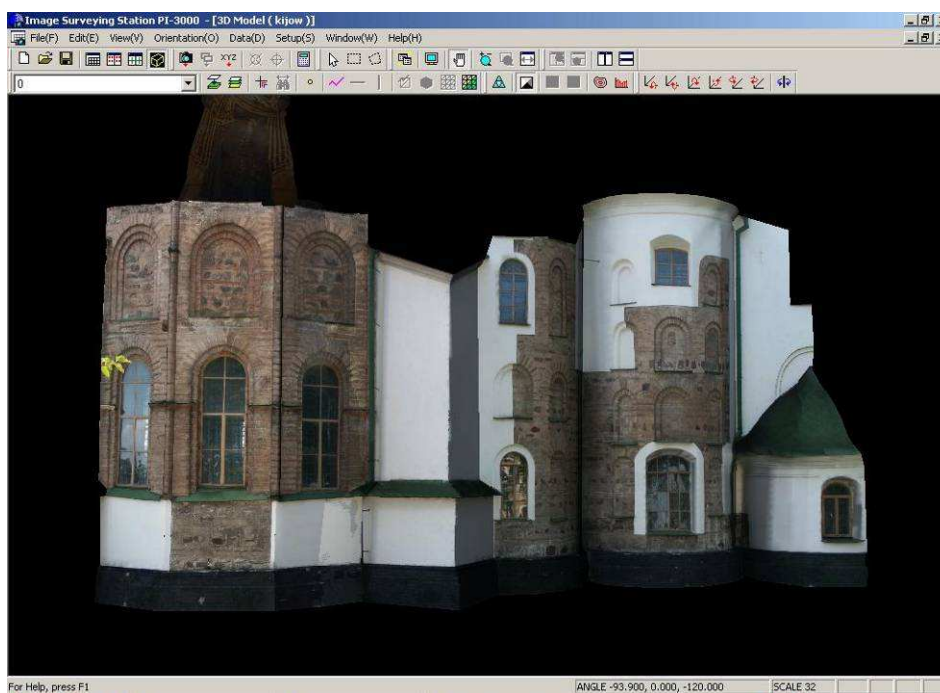
Ryc. 5. Rogatka Mokotowska na pl. Unii Lubelskiej w Warszawie:
modelowanie bryły budynku (model TIN)



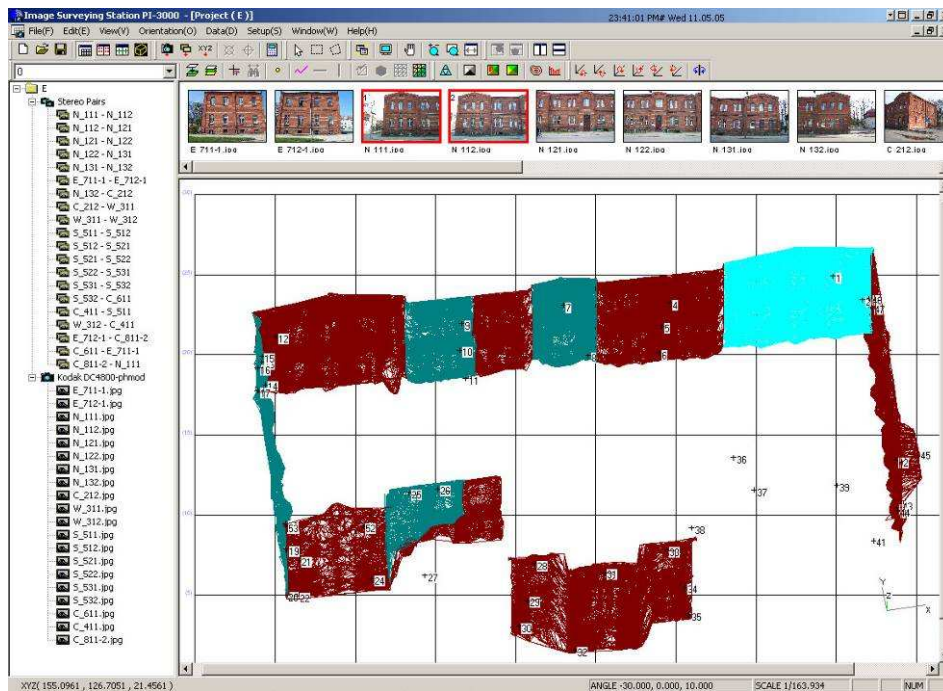
Ryc. 6. Rogatka Mokotowska na pl. Unii Lubelskiej w Warszawie:
wizualizacja 3D dopełniona teksturami z poszczególnych zdjęć



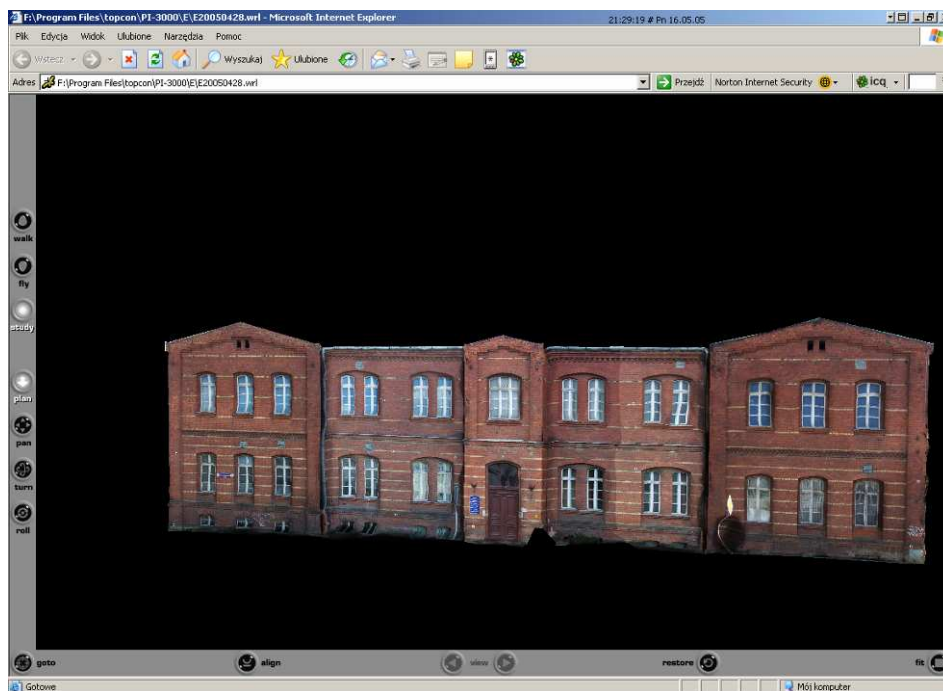
Ryc. 7. Sobór Św. Zofii w Kijowie:
modelowanie bryły budynku (model TIN).



Ryc. 8. Sobór Św. Zofii w Kijowie:
wizualizacja 3D dopełniona teksturami z poszczególnych zdjęć.



Ryc. 9. Zabytkowy budynek przy ul. Prawocheńskiego w Olsztynie-Kortowie zestawienie modeli TIN dla poszczególnych stereogramów ścian budynku.



Ryc. 10. Zabytkowy budynek przy ul. Prawocheńskiego w Olsztynie-Kortowie eksport do VRML – wizualizacja automatyczna bez korekty powierzchni refleksyjnych.

Literatura

1. BERNASIK Jerzy, MIKRUT Sławomir. (2003) Fotogrametria inżynierska, on-line: oen.dydaktyka.agh.edu.pl/dydaktyka/obliczenia_inzynierskie/a_fotogrametria/index.pdf
2. JANOWSKI Artur, SAWICKI Piotr, SZULWIC Jakub. (2005) Advanced 3D Visualization of Objects in Close Range, W: materiały konferencyjne Optical 3-D Measurement Techniques, Wiedeń (Austria)
3. JANOWSKI Artur, SAWICKI Piotr, SZULWIC Jakub. (2005) Advanced 3D Visualization of an Architectural Object in the OpenGL Standard, International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Vol. XXXVI-5/W8, Berlin (Niemcy)
4. SAWICKI Piotr (2000). Rozwiązanie teretriangulacji łącznie z samokalibracją polową aparatu cyfrowego Kodak DC4800, W: AFKiT v. 11, Kraków.
5. SAWICKI Piotr, ROLKA Justyna, URBĄSKI Wojciech. (2000) Stereofotogrametryczna inwentaryzacja obiektu architektonicznego na podstawie niometrycznych zdjęć cyfrowych średniej rozdzielczości, W: AFKiT v. 11, Kraków.

Nazwa PhotoModeler jest nazwą zastrzeżoną przez Eos Systems Inc,
Nazwa PI-3000 jest nazwą zastrzeżoną przez TOPCON Corporation.