

Jerzy C. Saczuk

SYSTEM GEOSSET W ZASTOSOWANIACH FOTOGRAMETRYCZNYCH

1. Wstęp

System GeoSET ma swoje korzenie w stosowanym w końcu lat osiemdziesiątych i pierwszej połowie lat dziewięćdziesiątych, głównie w zagadnieniach produkcji fotogrametrycznej, systemie DIGIMAP. Nic zatem dziwnego, że problematyka fotogrametryczna uwzględniona została również w oprogramowaniu nowej generacji. Zapewne na skutek zmian gospodarczych, otwarcia dostępu do zachodnich technologii, naturalnego postępu technologicznego, rozwoju rynku oprogramowania, powtórzenie sukcesu systemu DIGIMAP jest mało prawdopodobne. Jednakże rozwiązania dostępne w obecnej wersji systemu GeoSET oraz planowany rozwój pakietu stwarzają perspektywy wykorzystania go z pożytkiem w wielu zagadnieniach, gdzie uzasadnione jest wykorzystywanie zdjęć fotogrametrycznych i cyfrowych obrazów fotograficznych przy opracowaniu map i różnorodnych opracowań graficznych oraz systemów informacji przestrzennej. Nie bez znaczenia jest fakt, że system GeoSET będąc tanim pakietem, którego cena kształtuje się na poziomie \$1 000, posiada możliwości prezentacyjne, rozwiązania w zakresie tworzenia mapy numerycznej i zagadnień budowania systemów informacji przestrzennej, dostępne dotychczas jedynie w drogim oprogramowaniu komercyjnym, o cenach przekraczających na ogół \$100 000, przewyższając często to ostatnie funkcjonalnością w zakresie opracowań typowo geodezyjnych. GeoSET może zatem stać się alternatywą dla drogiego pakietów i stworzyć szansę szerokiego dostępu do współczesnych technologii fotogrametrycznych i geodezyjnych dla licznych przedstawicieli wielu specjalności (geodezja i fotogrametria, inżynieria środowiska, architektura, architektura krajobrazu, zarządzanie zielenią, archeologia i inne) borykających się nieprzerwanie z trudnościami finansowymi.

2. DIGIMAP - rys historyczny

DIGIMAP jest systemem, który do dzisiaj stosowany jest w kilku ośrodkach fotogrametrycznych i firmach geodezyjnych. W moim przekonaniu jest to już jednak oprogramowanie przestarzałe, odbiegające od współczesnych trendów w informatyce i współczesnego stanu technologii geodezyjnych i fotogrametrycznych. Z uwagi jednak, że bogate doświadczenia w zakresie eksploatacji systemu miały istotny i korzystny wpływ na kształt obecnych wersji tworzonego przeze mnie oprogramowania, umieszczenie w tym miejscu kilku informacji przypominających historię rozwoju pakietu będzie uzasadnione.

Pod koniec lat osiemdziesiątych pojawiły się w Polsce dwa autografy analityczne: Wild AC1 w Wojskowym Ośrodku Geodezji i Teledetekcji i Zeiss Planicomp P1 w Instytucie Geodezji i Kartografii.

Jednak ta ilość nie mogła zaspokoić zapotrzebowania na współczesną technologię w kraju. Natomiast wkroczenie w technologię fotogrametrii analitycznej, z prozaicznych względów wynikających z braku odpowiednich środków finansowych, było poza zasięgiem przedsiębiorstw. Kolejne autografy analityczne pojawiły się po wielu latach, i to u schyłku epoki fotogrametrii analitycznej.

Jedyną alternatywą było stosowanie polskich rozwiązań polegających na modernizacji klasycznych instrumentów fotogrametrycznych, jak stereokomparatory i autografy, i dostosowanie ich do potrzeb opracowań numerycznych. Takie postępowanie, owocujące opracowaniem prototypów autografów analitycznych, kilku systemów komputerowych zaspokajających poszczególne etapy realizowanej w technologii numerycznej produkcji fotogrametrycznej, stworzyło polskiemu przedsiębiorstwu możliwość uczestnictwa w postępie technologicznym i oferowanie usług w pracach eksportowych [Sączuk, 1990; Preuss, Sączuk, 1991].

DIGIMAP, jako system wspierający produkcję mapy numerycznej realizowaną na autografach analogowych, z powodzeniem konkurował z podobnej kategorii, zbyt pospiesznie zakupionym przez GEOKART oprogramowaniem zagranicznym, jak francuski Demeter czy norweski Stero-Track, bijąc je funkcjonalnością i nieporównywalnie korzystniejszą ceną.

Na kształt oprogramowania wpłynęły doświadczenia wynikające z pracy na autografie analitycznym oraz zdobyta na podyplomowych studiach wiedza informatyczna autora oprogramowania.

W rezultacie dokonano instalacji systemu DIGIMAP w ponad 10 przedsiębiorstwach i ośrodkach fotogrametrycznych w Polsce. Ponad 80% autografów analogowych, poddanych modernizacji dla potrzeb realizacji opracowań numerycznych, sterowanych było przez DIGIMAP.

Znaczenie oprogramowania zostało potwierdzone przyznaniem w 1991 roku przez Ministerstwo Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa Nagrody I^o w dziedzinie geodezji i kartografii.

DIGIMAP znalazł również pewne uznanie poza granicami kraju. Efekty jego stosowania znane były na Bliskim Wschodzie, w Niemczech, Danii, Austrii. Została nawiązana współpraca w zakresie stosowania systemu jako oprogramowania wspierającego pracę autografu analitycznego DICOMAT, konstruowanego w zakładach Carl Zeiss Jena.

Za ważny sukces, zamykający cykl rozwoju pracującej w środowisku DOS wersji systemu i przyczyniający się do powstania nowej generacji oprogramowania, uznaje fakt instalacji w 1993 r. systemu DIGIMAP w Survey and Mapping Department w Entebbe w Ugandzie, gdzie system znajduje zastosowanie przy realizacji finansowanych przez Bank Światowy prac związanych z realizacją projektu "First Urban Project - Greater Kampala Mapping" [Sączuk, 1993].

3. GeoSET - oprogramowanie nowej generacji

GeoSET został zaprojektowany z myślą o konkurencyjności w stosunku do nowoczesnego komercyjnego oprogramowania CADD i GIS. Jest to aplikacja działająca w środowisku Windows. System spełnia wymogi standardu przemysłowego. Jest łatwy do opanowania i przyjazny w użytkowaniu. Szczególne znaczenie ma niezależność sprzętowa w zakresie grafiki, drukarek i ploterów. Jako system przeznaczony dla geodezji i fotogrametrii, posiada on specjalny zestaw narzędzi operatorskich umożliwiających

produkcję mapy numerycznej w sposób zdecydowanie wygodniejszy, szybszy i tańszy niż stosowane w tym celu oprogramowanie CADD. [Saczuk 1995 a, b; Saczuk 1996 a, b, c].

3.1. Źródła pozyskiwania danych geometrycznych

Cechą wyróżniającą system GeoSET jest uniwersalność i bogate możliwości w zakresie stosowania różnorodnych źródeł danych geometrycznych wykorzystywanych w procesie opracowania mapy numerycznej. Można tu stosować technologię pomiarów terenowych, digitalizację, wektoryzację rastrowych obrazów uzyskiwanych drogą skanowania materiałów kartograficznych, itp.

GeoSET może być również użyty jako oprogramowanie dla wspierania procesu tworzenia mapy numerycznej z pomiarów fotogrametrycznych prowadzonych na zmodernizowanych autografach analogowych. Istnieje również możliwość podłączenia systemu GeoSET do autografu analitycznego. W tym zakresie przydatne byłyby doświadczenia zdobyte w okresie współpracy z Carl Zeiss Jena.

Obecne możliwości łącznej prezentacji danych rastrowych i wektorowych stwarzają sposobność prezentacji na ekranie, jak i podczas realizacji wydruków na ploterach rastrowych, mapy kreskowej na tle ortofotomapy cyfrowej. Podwyższa to zawartość informacyjną mapy numerycznej realizowanej w systemie GeoSET. Otwiera się pole do badań i eksperymentów w zakresie implementacji technologii fotogrametrii cyfrowej.

3.2. Nowoczesny graficzny interfejs użytkownika

GeoSET, będąc aplikacją działającą w środowisku Windows, posiada nowoczesny, zgodny ze standardem przemysłowym, graficzny interfejs użytkownika (rys. 1). Decyduje to o łatwości opanowania systemu oraz wygodzie użytkownika.

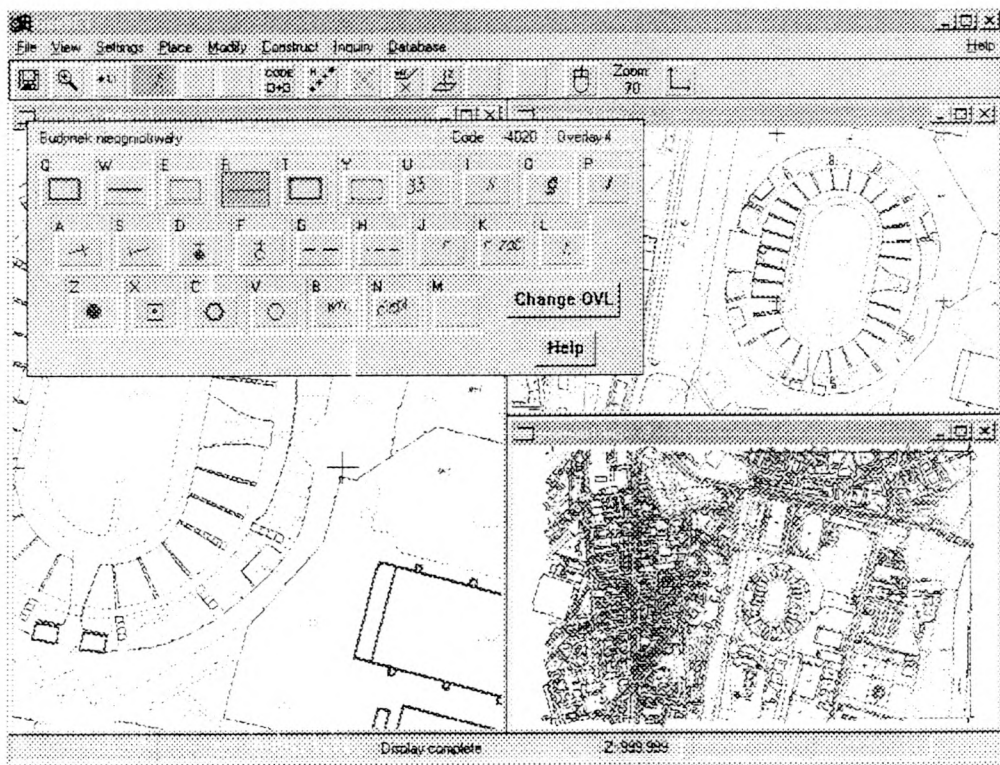
Oprócz typowych elementów interfejsu, dostępnych w większości nowoczesnych pakietów oprogramowania narzędziowego, w systemie zastosowano kilka unikalnych rozwiązań, z myślą o zapewnieniu maksymalnej funkcjonalności pakietu w zadaniach opracowania mapy numerycznej.

Na interfejs użytkownika składają się następujące elementy:

- **Pasek menu i menu rozwijalne**, stanowiące nieodzowny dla nowoczesnych aplikacji element interfejsu graficznego.
- **Pasek narzędziowy** zawierający zestaw przycisków z piktogramami, przy użyciu których z pomocą myszki można szybko wywołać komendę menu lub inną akcję.
- **Rozwijalne palety**, pozwalające złagodzić niedostatek miejsca na ekranie poprzez przyporządkowanie kilku powiązanych tematycznie funkcji do określonej pozycji na belce narzędziowej. Do rozwinięcia palety zawierającej przyciski odpowiadające kilku funkcjom z danej grupy tematycznej należy zazwyczaj dokonać podwójnego kliknięcia odpowiedniego przycisku na belce narzędziowej. Wybór funkcji powoduje z kolei aktualizację przycisku na belce narzędziowej. Palety stanowią również wygodne narzędzie do wyboru symboli umownych z biblioteki. Operator zwolniony jest z konieczności zapamiętania nazw lub kodów obiektów, mając do dyspozycji zestaw graficznych sygnatur, których znaczenie potwierdzone jest słownym komentarzem.
- **Ramki dialogowe** używane są w systemie GeoSET najczęściej w celu określenia właściwych wartości parametrów oraz wprowadzania wartości numerycznych i alfanumerycznych.

- **Pasek stanu** znajdujący się na dole okna aplikacji wyświetla komunikaty, stan realizacji funkcji oraz komunikaty informujące, jak nazwa funkcji, współrzędne położenia kursora, itp.
- **Przesuwalne, skalowane okienka** służą do wyświetlania mapy numerycznej, z uwzględnieniem treści rastrowej i wektorowej. Atrybuty okienek mogą być osobno ustawiane w celu zróżnicowania sposobu prezentacji rysunku. Na przykład możliwa jest prezentacja mapy wektorowej na tle obrazu rastrowego, istnieje możliwość obrotu rysunku, możliwe jest różnicowanie skali prezentacji.

Rys. 1. Elementy graficznego interfejsu systemu GeoSET

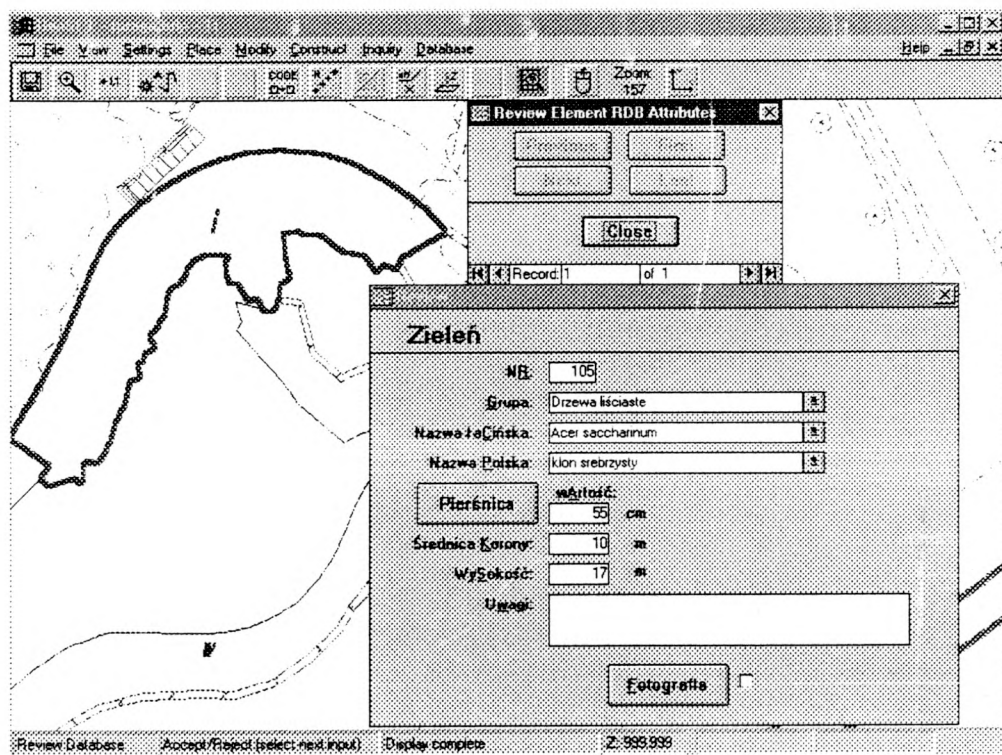


3.3. GeoSET a GIS

Dane opracowane w systemie GeoSET mogą zostać przetransferowane do innych systemów CAD lub GIS, np. z pomocą formatu DXF.

GeoSET używa protokołu Dynamicznej Wymiany Danych dla uzyskania dynamicznego połączenia z systemem relacyjnej bazy danych - Microsoft Access. W związku z tym GeoSET może być również użyty jako samodzielny system LIS lub GIS (rys. 2).

Rys 2: Udostępnienie informacji opisowej dotyczącej obiektu (system inwentaryzacji zieleni)



4. Funkcje zaprojektowane pod kątem opracowań fotogrametrycznych

Specyfika realizacji pomiarów fotogrametrycznych odmienna jest od opracowania mapy numerycznej realizowanego innymi metodami. Ten fakt sprawia, że nie każdy uznany program mapy numerycznej sprawdza się w fotogrametrii. W systemie GeoSET istnieje grupa rozwiązań, przyczyniająca się do łagodzenia konfliktu pomiędzy dążeniem do uniwersalności systemu a zapewnieniem jego wysokiej funkcjonalności w zagadnieniach opracowań fotogrametrycznych. Poniżej przedstawione są niektóre z nich.

4.1. Dodatkowe narzędzia operatorskie

Graficzny interfejs użytkownika sprawia istotne udogodnienie w przypadku realizacji opracowania mapy numerycznej na podstawie pomiarów bezpośrednich, wektoryzacji danych rastrowych, digitalizacji, realizacji stanowiska fotogrametrii cyfrowej, itp.. Jednakże w przypadku opracowań fotogrametrycznych realizowanych z wykorzystaniem autografu, gdy wzrok i ręce operatora intensywnie absorbowane są na wykonywaniu czynności związanych z realizacją pomiarów, pewnym utrudnieniem jest potrzeba

odwoływania się do funkcji wybieranych za pośrednictwem myszy i elementów interfejsu graficznego na ekranie.

W złagodzeniu tych niedogodności pomocne może być wykorzystanie dodatkowych narzędzi operatorskich:

- **Menu tablicowe** to narzędzie operatorskie, które stosowane jest w powiązaniu z tabletem lub digitizerem. Umożliwia wybór dowolnej funkcji lub symbolu poprzez użycie wskaźnika digitizera, zwalniając z konieczności sięgania do funkcji menu lub palet. To rozwiązanie szczególnie przydatne jest podczas digitalizacji istniejących map, lecz w fotogrametrii może również wpłynąć na usprawnienie procesu opracowania mapy numerycznej. W zastosowaniach fotogrametrycznych istniałaby możliwość zastąpienia tabletu dodatkową klawiaturą funkcyjną.
- **Menu przyciskowe** pozwala na dowolne przyporządkowanie akcji do przycisków wskaźnika tabletu oraz do pedałów autografu. Oznacza to możliwość wykorzystania w opracowaniach fotogrametrycznych wskaźnika tabletu, posiadającego np. 16 przycisków, jako dodatkowej klawiatury funkcyjnej. Przyporządkowania najbardziej typowych akcji (digitalizacja punktu, wykonanie zatrzaśnięcia obserwacji, zakończenie digitalizacji obiektu liniowego, itp.) do przycisków nożnych (stosowane w Polsce rozwiązania techniczne przewidują możliwość wykorzystania 4 przycisków nożnych), może w znacznym stopniu zredukować konieczność odrywania się operatora od procedury pomiaru.
- **Menu klawiaturowe** stwarza sposobność przyporządkowania akcji do sekwencji lub poszczególnych klawiszy klawiatury alfanumerycznej, maksymalnie upraszczając dostęp do najczęściej używanych funkcji lub operacji bez konieczności stosowania dodatkowego wyposażenia sprzętowego.

4.2. Obrót zawartości okna graficznego

Brak tego rodzaju możliwości w systemie DIGIMAP był niedogodnością, stwarzającą kłopoty w przypadku nalotów odbiegających od kierunku równoleżnikowego. Dla nalotów o kierunku południkowym problem uzgodnienia kierunku przemieszczania znacznika pomiarowego w autografie z ruchem kursora na ekranie można było rozwiązać modyfikując na czas opracowania zwrot osi układu współrzędnych, co stwarzało konieczność stosowania dodatkowych, utrudniających działanie zabiegów i czynności. Problem nalotów realizowanych pod dowolnym azymutem pozostawał nierozwiązalny.

Tego typu kłopoty całkowicie zostały wyeliminowane w systemie GeoSET, gdzie istnieje możliwość zdefiniowania dowolnego kąta obrotu zawartości okien graficznych, aby doprowadzić do zgodności kierunku ruchu znacznika pomiarowego w autografie do kierunku przemieszczania się kursora na ekranie, bez wpływu na współrzędne rejestrowanych punktów i orientację symboli oraz opisów na mapie.

4.3. Transformacja współrzędnych instrumentalnych do układu geodezyjnego

To zagadnienie zostało rozwiązane w systemie GeoSET w sposób zdecydowanie bardziej elegancki i wygodny dla użytkownika, niż miało to miejsce w systemie DIGIMAP. Funkcja wyznaczania współczynników transformacji współrzędnych modelu do układu geodezyjnego w sposób naturalny została umieszczona w zestawie narzędzi edytora graficznego, podobnie jak funkcja przeznaczona do kalibracji digitizera.

Podobnie jak w przeszłości, oprogramowanie zapewnia pomoc, po wyznaczeniu przybliżonych parametrów transformacji na podstawie pomiaru minimalnej liczby punktów, w odszukiwaniu położenia na modelu punktów pasowania. Różne środki graficznej prezentacji zapewniają wsparcie operatora w realizacji procedury pomiaru punktów pasowania. W systemie GeoSET wyeliminowano potrzebę posiadania informacji o zakresie danego stereogramu przed rozpoczęciem jego opracowania.

Zmieniono koncepcję posługiwania się współzrędnymi geodezyjnymi punktów dostosowania. Oprogramowanie wymaga obecnie wcześniejszego przygotowania pliku geometrycznej bazy danych systemu GeoSET, przechowującego obiekty punktowe stanowiące podstawę dla wyznaczenia współczynników transformacji współrzędnych. Specjalny typ obiektu pozwala na przechowywanie poza informacją o nazwie i współrzędnych punktów pasowania również ich typ (punkty fotogrametryczne, Z-punkty, punkty płaskie, itp.). Wykorzystanie w tym celu uniwersalnej funkcji importu danych plików znakowych, uwzględniającej dowolność formatu danych w pliku zewnętrznym, tolerującej występowanie w nich linii i pól komentarzy, stwarza sposobność do bezproblemowego wykorzystywania danych pochodzących z różnorodnych pakietów realizujących opracowanie wyników aerotriangulacji.

5. Zaawansowane możliwości prezentacji danych graficznych

Naturalną konsekwencją umieszczenia systemu GeoSET w środowisku Windows jest zwalniająca z konieczności wnikania w zagadnienia sprzętowe łatwość rozwiązywania problemów łącznej prezentacji rysunku w formie wektorowej i obrazów rastrowych. Ma to kapitalne znaczenie dla zastosowań kartograficznych.

5.1. Wykorzystywanie ortofotomapy cyfrowej

Obecna wersja systemu GeoSET stwarza możliwość prezentacji mapy wektorowej na tle ortofotografii cyfrowych (rys. 3), zarówno na etapie dynamicznej prezentacji danych na ekranie jak i podczas sporządzania trwałych wydruków realizowanych na dowolnych rastrowych urządzeniach graficznych (plotery rastrowe, drukarki atramentowe).

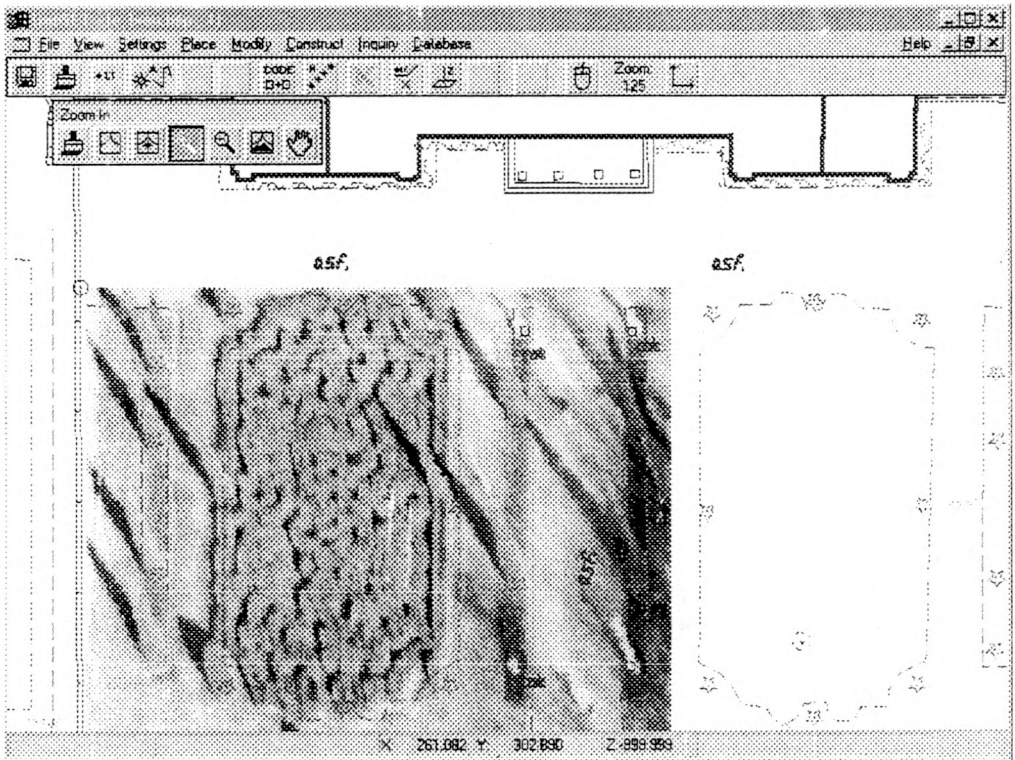
Choć obecnie system nie posiada narzędzi do generowania ortofotomapy, można tu jednakże skorzystać z efektów uzyskiwanych przy pomocy dowolnego oprogramowania. Uzasadnieniem takiego rozwiązania jest możliwość korzystania końcowego użytkownika mapy numerycznej z bogatych środków prezentacji danych bez konieczności posiadania drogich systemów oprogramowania i skomplikowanych rozwiązań sprzętowych.

5.2. Cyfrowe zdjęcia przetworzone

Być może interesującą okaże się oferta dotycząca wykorzystania zdjęć cyfrowych, pozyskiwanych niekosztownym sprzętem fotograficznym, doprowadzanych do rzutu ortogonalnego za pomocą uproszczonych procedur przetwarzania obrazu cyfrowego.

Połączenie mapy wektorowej z cyfrowym obrazem fotograficznym wpasowanym w treść sytuacyjną, uzyskanym z amatorsko wykonanych, nachylonych zdjęć lotniczych, wzbudziło żywe zainteresowanie projektantów zieleni, stwarzając sposobność do dokonania inwentaryzacji skomplikowanych wzorów ogrodowych rabat (patrz rys. 3 i rys. 4).

Rys 3: Przykład realizacji rysunku wektorowego mapy na tle przetworzonego fotograficznego obrazu cyfrowego



Widzę możliwość wykorzystania podobnych rozwiązań w architekturze, przy geodezyjnej inwentaryzacji elewacji zabytkowych budowli, czy w archeologii, dla celów inwentaryzacji wykopów.

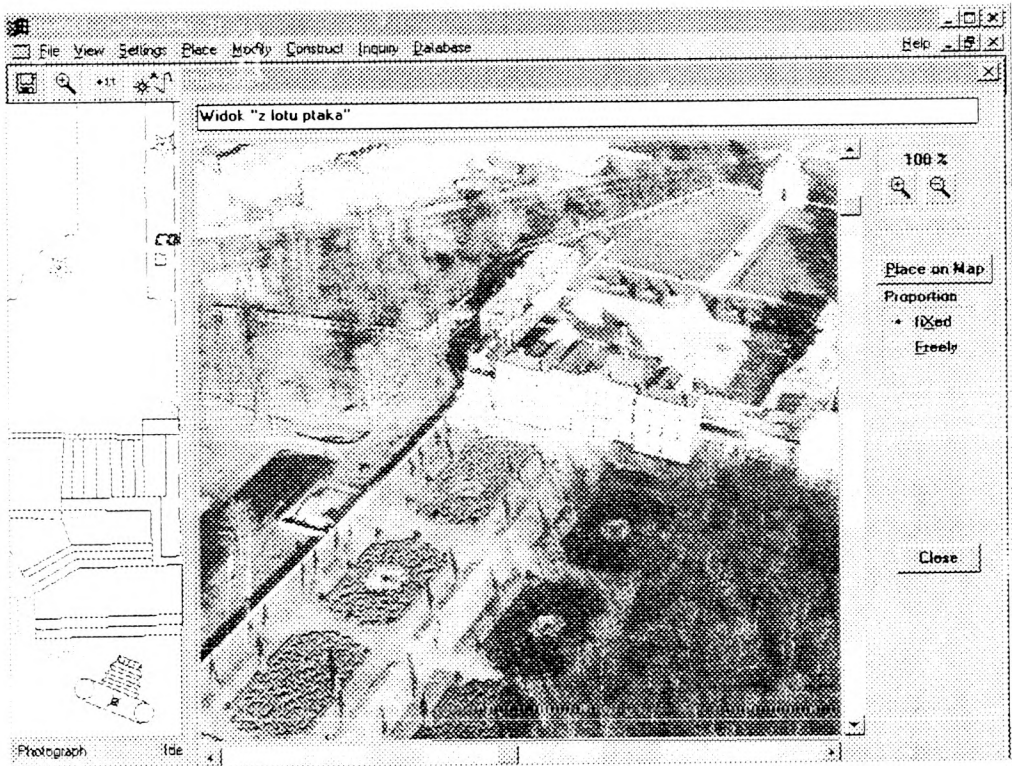
5.3. Punkty widokowe

Dla wielu użytkowników mapy numerycznej, jak projektanci zieleni, architekci, specjaliści z zakresu planowania przestrzennego, przydatna jest możliwość powiązania z usytuowaniem przestrzennym fotografii przedstawiających widok obiektów i zaznaczenie na mapie punktów, z których wykonywane były zdjęcia.

Takie rozwiązanie dostępne w systemie GeoSET obecnie intensywnie wykorzystywane jest w opracowaniach map dla potrzeb zagadnień ochrony krajobrazu zabytkowego [Saczuk, 1997].

Funkcja ta zilustrowana jest na rys. 4. Jako ciekawostkę należy potraktować fakt, że przedstawione tu nachylone zdjęcie lotnicze wykorzystane zostało dla utworzenia w wyniku uproszczonego przetworzenia fotoszkicu, stanowiącego tło dla mapy wektorowej, przedstawionej na rys. 3.

Rys 4: Edycja fotografii związanej z obiektem typu „punkt widokowy”



6. Perspektywy rozwoju

Obecny stan prac nad systemem GeoSET nie wyczerpuje planów nad jego rozwojem. stanowi natomiast mocny punkt wyjścia dla badań, eksperymentów i wprowadzania nowych, coraz to bardziej zaawansowanych technologicznie rozwiązań.

Nie zadawala również obecny zakres stosowania systemu. ilość stosowanych produkcyjnie instalacji oprogramowania nie wydaje się być adekwatna do jakości i możliwości programu.

Sytuacja związana z utratą odbiorców na rzecz innych producentów oprogramowania w okresie intensywnych prac nad systemem nowej generacji zmierza najprawdopodobniej do korzystnej dla autora systemu zmiany. Duża uniwersalność i nowoczesność programu stwarza sposobność wykorzystywania go w wielu dziedzinach, wzrasta ilość potencjalnych i rzeczywistych użytkowników systemu.

Ufam również, że po wykonaniu ostatecznych prac związanych z uporządkowaniem obecnej wersji oprogramowania, zrealizowaniu kilku brakujących elementów i nadaniu systemowi w pełni profesjonalnej formy, a także po uporządkowaniu spraw związanych z osobistym wizerunkiem zawodowym, przyjdzie czas na zaproponowanie kolejnej wersji systemu, bardziej intensywnie uwzględniającej współczesny stan techniki i postęp technologiczny.

Myślę przelożyć na konkretne rozwiązania swoje zafascynowanie fotogrametrią cyfrową, której faktyczny obraz udało mi się zbudować dzięki uczestnictwu w wiedeńskim Kongresie ISPRS i możliwości bezpośredniego kontaktu z czołowymi przedstawicielami fotogrametrii na świecie.

Jestem przekonany, że doświadczenia w dziedzinie fotogrametrii w powiązaniu z wiedzą informatyczną dają szansę stworzenia rozwiązania dorównującego standardom światowym i stanowiącego użyteczne narzędzie.

Czy uda mi się pokonać trudności, pozyskać środki na realizację prac, wygrać wyścig z czasem i doprowadzić do spełnienia zamiarów, okaże się przed kolejnym kongresem ISPRS.

Literatura

Preuss R., Saczuk J., 1991: *Pakiet programów dla numerycznego pomiaru na zdjęciach lotniczych*. Konferencja z okazji LX-lecia Polskiego Towarzystwa Fotogrametrii, Warszawa.

Saczuk J., 1990: *DIGIMAP - sterowany komputerowo fotogrametryczny system opracowania map*, Konferencja Naukowo - Techniczna klubu użytkowników ETO, Warszawa.

Saczuk J., 1993: *Wdrożenie systemu DIGIMAP w Afryce*. III Konferencja Naukowo-Techniczna: Systemy Informacji Przestrzennej, Warszawa.

Saczuk J., 1995, *GeoSET 5.0 dla Windows*, CAD/CAM Forum, 4/95, Warszawa.

Saczuk J., 1995, *System GeoSET 5.0 dla Windows - alternatywa dla Micro Station?*, Materiały V Konferencji Naukowo-Technicznej Systemy Informacji Przestrzennej, Warszawa.

Saczuk J., 1996, *Desktop Mapping and GIS System DIGIMAP-GeoSET*, XVIIIth Congress ISPRS, Comm. II, Vienna.

Saczuk J., 1996, *GeoSET - Software Package for Computer Assisted Teaching*, The First ISPRS Software Contest for Computer Assisted Teaching - CATCON, Vienna.

Saczuk J., 1996, *GeoSET - Desktop Mapping and LIS Management System for Education*, Proceedings of Joint Workshop FIG, Commission II, Espoo, Finland.

Saczuk J., 1997, *Aplikacje systemu GeoSET w zagadnieniach ochrony zabytkowego krajobrazu*, Materiały VII Konferencji Naukowo-Technicznej Systemy Informacji Przestrzennej, Warszawa.

Recenzował: dr inż. Adam Boron