

# System mapy numerycznej GEO-MAP

**System mapy numerycznej GEO-MAP jest narzędziem do tworzenia zbiorów mapy numerycznej, ich aktualizacji, analizy, udostępniania oraz wykonywania różnorodnych prac projektowych i zasilania zgromadzonymi danymi Systemów Informacji Terenowej (SIT).**

**Waldemar Izdebski**

System opracowany został w firmie GEO-SYSTEM w roku 1992, pracuje w środowisku DOS na komputerach klasy PC i nie wymaga żadnego dodatkowego oprogramowania (jest systemem w pełni autonomicznym). System jest udoskonalany i rozwijany do chwili obecnej na podstawie doświadczeń zdobywanych przez autorów oraz uwag i sugestii licznego grona użytkowników wykorzystujących system w kraju i za granicą. W chwili obecnej system posiada 167 instalacji w różnych konfiguracjach. Wśród użytkowników znajdują się firmy produkcyjne, urzędy administracji oraz uczelnie. System wykorzystywany jest na terenie 12 województw (warszawskiego, ostrołęckiego, lubelskiego, katowickiego, chełmskiego, olsztyńskiego, kieleckiego, łódzkiego, piotrkowskiego, szczecińskiego, poznańskiego i koszalińskiego). Do najważniejszych wdrożeń należy zaliczyć:

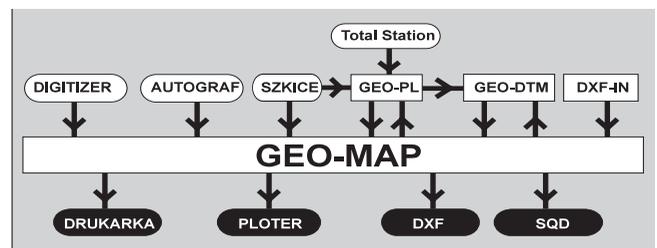
- województwo chełmskie, gdzie GEO-MAP jest systemem wiodącym przy opracowaniach geodezyjno-kartograficznych i stanowi podstawowy system do tworzenia baz danych w Systemach Informacji o Terenie. Wydział Geodezji i Kartografii Urzędu Wojewódzkiego w Chełmie posiada 45 instalacji systemu, który jest wypożyczany do bieżących potrzeb służb geodezyjnych;
- w Poznaniu system wykorzystywany jest do tworzenia mapy miasta w skali 1:2000 dla potrzeb miejskich służb planistycznych i branżowych z wykorzystaniem technik fotogrametrycznych. Obecnie wykonano mapę na obszarze 70 km<sup>2</sup>, co stanowi około 30% powierzchni miasta Poznania. Zakończenie prac jest planowane na marzec 1996;
- opracowanie przez PPGK mapy sytuacyjno-wysokościowej pod projekt gazociągu tranzytowego z Rosji do Niemiec przebiegający przez teren województwa gorzowskiego o długości około 110 km;
- wykorzystanie systemu przez PEGiK Geokart w pracach na terenie Libii.

System współpracuje z czterema systemami ewidencji gruntów oraz posiada możliwość bezpośredniej wymiany danych z systemami SICAD i CADCore oraz w najbliższym czasie z MicroStation. Przy opracowywaniu systemu duży nacisk położony został na stworzenie pełnej linii technologicznej od pomiaru terenowego (z możliwością kodowania w terenie), poprzez obliczenia i wyrównania obserwacji, do utworzenia mapy situa-

cyjno-wysokościowej i jej prezentacji i udostępniania. Niewątpliwą zaletą systemu jest również fakt, że jest on kompleksowym narzędziem pozwalającym na wykonywanie różnorodnych prac geodezyjnych (czasem bardzo specjalistycznych) bez konieczności korzystania z dodatkowego oprogramowania. Asortyment prac wykonywanych systemem przez różnych użytkowników jest bardzo szeroki: od stworzenia różnorodnych map i ich aktualizacji, przez odnawianie operatów ewidencji gruntów, do specjalistycznych obliczeń związanych z budową metra. W porównaniu z systemami zagranicznymi system jest konkurencyjny pod względem ceny oraz dostosowania do wymogów polskich przepisów i instrukcji technicznych. Efekty związane z wykorzystywaniem systemu GEO-MAP to przede wszystkim znaczne usprawnienie i przyspieszenie prac geodezyjnych, zarówno terenowych, jak i kameralnych, zautomatyzowany proces projektowania oraz możliwość zasilania zgromadzonymi danymi Systemów Informacji Terenowej.

## 1. Budowa systemu

System składa się z wielu współpracujących ze sobą programów zintegrowanych wspólnym formatem danych oraz najważniejszego elementu systemu, czyli edytora graficznego GEO-MAP, od którego wywodzi się nazwa całego systemu. Schematycznie budowę systemu zaprezentowano na rys. 1.



Rys. 1 Schemat systemu GEO-MAP

Przedstawione na schemacie programy stanowią integralne części systemu, ale mogą również pracować samodzielnie realizując z jednakowym skutkiem zadania, jakie wykonują w systemie GEO-MAP. System uwzględnia następujące źródła pozycy-

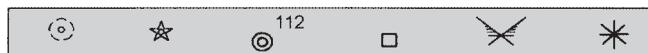
skiwania danych do opracowania i aktualizacji mapy numerycznej:

- geodezyjne pomiary terenowe z możliwością kodowania w terenie;
- digitalizacja istniejących map;
- stereodigitalizacja zdjęć lotniczych;
- pliki współrzędnych;
- niekartometryczne materiały archiwalne (szkice, wykazy, zarysy);
- import danych w formacie DXF (program DXF-IN).

## 2. Struktura bazy danych

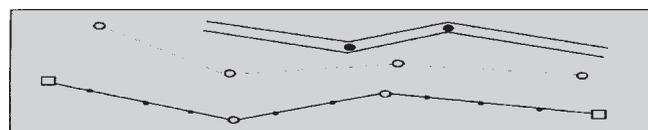
System generalnie wyróżnia, ze względu na kształt geometryczny, 4 klasy obiektów, tj. punktowe, liniowe, powierzchniowe i teksty. W bazie danych systemu wprowadzono zasadę rozdzielania informacji geometrycznej o obiektach (współrzędne punktów i kształt geometryczny) od sposobu ich graficznej prezentacji (znaki umowne, nakładki, kolory, kroje pisma). Wymienione wyżej informacje funkcjonują niezależnie i dopiero w chwili graficznej prezentacji bazy danych są łączone na podstawie cztery-cyfrowego kodu obiektu. Obiekty bazy danych mogą być umieszczane na jednej z 1024 dostępnych warstw informacyjnych. Z każdym obiektem, oprócz informacji geometrycznej, związane są dodatkowe informacje, tzw. atrybuty. Przy czym obok atrybutów statycznych, których wartości nadaje użytkownik, istnieją również atrybuty dynamiczne zależne od geometrii obiektu (pole, obwód). Prezentacja graficzna zgromadzonej w takiej postaci informacji, następuje znakiem umownym przypisanym danemu obiektowi. Do systemu dołączona jest podstawowa biblioteka znaków umownych dla skal 1:500 i 1:1000 mapy zasadniczej (zgodne z instrukcją techniczną K-1) oraz podstawowy krój pisma „standard”. Dodatkowo system zawiera narzędzia, za pomocą których użytkownik może samodzielnie budować nowe i/lub modyfikować istniejące biblioteki znaków umownych i krojów pisma. W systemie dostępnych jest wiele elementów służących do definiowania znaków umownych dla poszczególnych klas obiektów, które przedstawiamy poniżej. W celu ułatwienia procesu tworzenia bibliotek znaków umownych zastosowano zasadę, że zdefiniowane znaki mogą być wykorzystywane w definicji innych znaków jako ich całość lub element.

W definicjach symboli służących do prezentacji obiektów punktowych wykorzystywane są jedynie elementy geometrii prymitywnej (linie, łuki) oraz teksty (stałe i wynikające z wartości atrybutów).



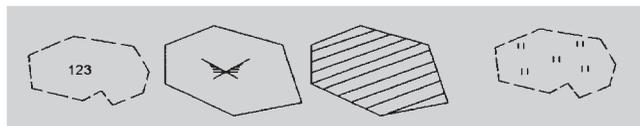
Definiowanie znaków umownych do prezentacji obiektów liniowych uwzględnia następujące elementy:

- definicję typu linii;
- rozmieszczenie w określonym interwale zdefiniowanych symboli;
- rozmieszczanie symboli na wierzchołkach linii;
- linie równoległe do osi obiektu przesunięte o wartości stałe lub wynikające z wartości atrybutów;
- opis atrybutami.



Definicje znaków umownych dla obiektów powierzchniowych mogą zawierać następujące elementy:

- obrys obiektu określony za pomocą wcześniej zdefiniowanych znaków liniowych;
- szrafurę określoną za pomocą wcześniej zdefiniowanych znaków liniowych;
- wstawianie symboli i opisu atrybutami.



## 3. Funkcje edytora graficznego

Edytor graficzny systemu GEO-MAP oprócz standardowych funkcji edytora graficznego posiada wiele funkcji specjalistycznych niezbędnych w systemie mapy numerycznej. Wśród nich na uwagę zasługują:

- wykonywanie selekcji obiektów w oparciu o kod obiektu, warstwy informacyjne oraz kombinacje warunków przestrzennych i nieprzestrzennych nakładanych na atrybuty obiektów;
- tworzenie obiektów na podstawie relacji geometrycznych między obiektami istniejącymi, np. obliczanie przecięć, tworzenie prostopadłych i równoległych, tworzenie tworów geometrycznych (kłotoidy, łuki, elipsy) itp.;
- digitalizacja map i stereodigitalizacja zdjęć lotniczych z możliwością określania interwału czasowego i/lub odległościowego rejestracji punktów;
- udostępnianie fragmentów bazy danych w dowolnie zdefiniowanym wielokącie;
- kreślenie na ploterze z możliwością skreślenia arkusza;
- generowanie plików SQD do zasilania systemu SICAD;
- generowanie pliku DXF;
- wykonywanie pomiarów wielkości geometrycznych na punktach obiektów bazy danych (kąt, długość, pole, azymut itp.);
- rozliczenie użytków w działkach;
- projektowanie działki o zadanej powierzchni;
- automatyczne obliczenie wszystkich punktów przecięć obiektów liniowych.

## 4. Pozyskiwanie danych z pomiarów terenowych

Narzędziem służącym do opracowania pomiarów terenowych jest program obliczeń geodezyjnych GEO-PL. W programie zapewniono aktywne wspomaganie graficzne dla wszystkich wykonywanych operacji. Do najważniejszych możliwości programu należy zaliczyć:

- import i eksport plików współrzędnych w wielu formatach;
- pozyskiwanie danych z różnych rejestratorów polowych;
- redukcje obserwacji do wybranej strefy układu 1965;
- automatyczne wyznaczanie współrzędnych przybliżonych punktów osnowy na podstawie plików obserwacji i punktów nawiązania;
- wyznaczanie współrzędnych na podstawie konstrukcji geodezyjnych (wcięcia), relacji między prostymi i okręgami oraz z domiarów prostokątnych i tachimetrii;
- ścisłe wyrównanie sieci geodezyjnych (do 1000 nie-

wiadomych), z możliwości odrzucenia bezbłędności punktów nawiazania, obliczaniem błędów funkcji współrzędnych wyrównanych oraz wykrywaniem błędów grubych obserwacji;

- obliczanie współrzędnych szczegółów z pomiarów tachymetrycznych na podstawie danych zapisanych w klasycznym dzienniku pomiarowym lub rejestratorze polowym. W przypadku zastosowania kodowania terenowego istnieje możliwość uzyskania z pliku tachymetrycznego obserwacji odnoszących się do mierzonych w trakcie pomiaru tachymetrycznego punktów osnowy pomiarowej, a następnie automatycznego obliczenia jej współrzędnych przybliżonych i ścisłego wyrównania;

- obliczanie elementów tyczenia dla metody biegunowej i domiarów prostokątnych;

- tworzenie działek, wykonywanie ich podziału, wyrównywanie;

- transformacja Helmerta (do 2000 punktów łącznych).

## 5. Opracowania wysokościowe

Opracowania wysokościowe w systemie GEO-MAP realizowane są za pomocą programu GEO-DTM. Wykonanie rysunku warstwic następuje na podstawie plików w formacie systemu GEO-MAP lub dowolnych plików współrzędnych punktów. W pierwszym przypadku możliwy jest podgląd treści sytuacyjnej mapy oraz automatyczne wprowadzanie dodatkowych informacji, np. linii wymuszonej interpolacji, krawędzi skarp uwzględnianych w procesie budowania warstwic.

Warstwicę są budowane przy wykorzystaniu automatycznie generowanej nieregularnej sieci trójkątów. Po zbudowaniu triangulacji następuje automatyczna interpolacja warstwic oraz wygładzanie kształtu, przy czym operator może decydować o stopniu wygładzania konkretnych warstwic. Do ważniejszych funkcji programu należy zaliczyć:

- usuwanie niepotrzebnych fragmentów warstwic, np. pod budynkami (w sposób automatyczny lub manualnie);

- tworzenie dowolnego łamanego przekroju pionowego i zapisanie go w pliku pozwalającym na późniejsze wczytanie go do edytora graficznego, z zaznaczeniem przecięć ze wszystkimi obiektami o znanych wysokościach;

- obliczanie objętości mas ziemnych względem płaszczyzny definiowanej przez operatora (poziomej lub ukośnej);

- tworzenie z wygenerowanych warstwic pliku w formacie DXF.

## 6. Opracowania fotogrametryczne

Moduł pozyskiwania danych fotogrametrycznych GEO-FOT pozwala na współpracę systemu GEO-MAP ze wszystkimi typami autografów analogowych wyposażonych w przetworniki analogowo-cyfrowe. Możliwości niniejszego modułu są następujące:

- w pełni modyfikowalne parametry zdjęć i modelu (skala, pokrycie);

- różne formaty danych wejściowych;

- graficzny podgląd rozmieszczenia punktów na stereogramie (fotopunkty, środki rzutów, zakres stereogramu, rozróżnienie kolorami punktów pomierzonych, nie pomierzonych);

- podwójna rejestracja fotopunktów, automatyczne obliczanie różnic dwukrotnego pomiaru, odrzucanie obserwacji z odchyłką większą niż maksymalna;

- trójwymiarowa transformacja do 100 fotopunktów;

- interaktywny dobór punktów, na których wykonywane są obliczenia;

- tworzenie pliku ze szczegółowym raportem, m. in. data i czas wykonania pomiaru, nazwisko obserwatora, nazwa obiektu, numery zdjęć, pomierzone współrzędne modelu, wyniki transformacji, otrzymane błędy.

Dodatkowo do programu dołączony jest zestaw danych pozwalający wykonać stereoskopowy pomiar testowy instrumentu na szklanych płytach rektyfikacyjnych. Dzięki temu możliwe jest szybkie wykrycie błędów instrumentalnych.

