

**Waldemar Izdebski  
Piotr Jurczak  
Tadeusz Knap  
GEO-SYSTEM Sp. z o.o.**

## **Zasady gromadzenia i prezentacji graficznej danych w systemie GEO-MAP**

### *Streszczenie*

*System GEO-MAP jest oprogramowaniem do tworzenia baz danych SIT ich aktualizacji, analizy, udostępniania, generowania różnorodnych map, wykonywania prac projektowych oraz zasilania zgromadzonymi danymi innych systemów. Powstał w roku 1992 i do chwili obecnej jest intensywnie rozwijany zyskując coraz większe grono użytkowników w produkcji, administracji oraz szkolnictwie. W referacie przedstawiono charakterystykę systemu GEO-MAP ze szczególnym uwzględnieniem zastosowanego w systemie modelu danych do przechowywania informacji o przedmiotach terenowych, zasadach ich graficznej prezentacji oraz podstawowych funkcjach systemu.*

### **1. Informacje wstępne**

System **GEO-MAP** jest oprogramowaniem do tworzenia baz danych SIT ich aktualizacji, analizy, udostępniania, generowania różnorodnych map, wykonywania prac projektowych oraz zasilania zgromadzonymi danymi innych systemów. System powstał w roku **1992**, pracuje w środowisku DOS na komputerach klasy PC i nie wymaga żadnego dodatkowego oprogramowania (jest systemem w pełni autonomicznym). Proces udoskonalania systemu trwa do chwili obecnej na podstawie doświadczeń zdobywanych przez autorów oraz uwag i sugestii licznego grona użytkowników wykorzystujących system w kraju i zagranicą.

<p>Z satysfakcją informujemy, że w roku 1995 zespół autorski tworzący system <b>GEO-MAP</b> otrzymał <b>Nagrodę Ministra Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa</b> za "<i>Opracowanie i wdrożenie systemu GEO-MAP</i>".</p>
--

W chwili obecnej system posiada **220** instalacji w różnych konfiguracjach. Wśród użytkowników znajdują się firmy produkcyjne, urzędy administracji, szkoły oraz uczelnie. System lub przynajmniej jeden z jego elementów jest wykorzystywany do celów produkcyjnych na terenie 26 województw (białkopodlaskie, chełmskie, gdańskie, katowickie, kieleckie, konińskie, koszalińskie, krakowskie, krośnieńskie, legnickie, lubelskie, łódzkie, olsztyńskie, opolskie, ostrołęckie, piotrkowskie, płockie, poznańskie, przemyskie, radomskie, siedleckie, szczecińskie, tarnobrzeskie, warszawskie, wrocławskie, zielonogórskie).

Z całego szeregu różnorodnych prac wykonanych lub wykonywanych systemem GEO-MAP na uwagę zasługują:

- w województwie chełmskim jest systemem wiodącym przy opracowaniach geodezyjno-kartograficznych i stanowi podstawowy system do tworzenia baz danych SIT. Wydział Geodezji i Kartografii Urzędu Wojewódzkiego w Chełmie posiada 60 instalacji systemu, który jest wypożyczany do bieżących potrzeb służb geodezyjnych. Z prac kompleksowo wykonanych w systemie należy wymienić:
  - mapę zasadniczą o pełnej treści na obszarze trzech obrębów miasta Rejowiec Fabryczny,
  - mapę ewidencji gruntów i budynków dla całego miasta Włodawa,
  - pełną mapę zasadniczą miasta Chełm na obszarze czterech obrębów,
  - mapę ewidencji gruntów i budynków dla pięciu obrębów wiejskich na terenie województwa,
- 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 już mapę na obszarze 150 km<sup>2</sup>, co stanowi około 50% powierzchni miasta Poznania. Zakończenie prac jest planowane na marzec 1997,
- opracowano mapę numeryczną sytuacyjno-wysokościową pod projekt gazociągu tranzytowego z Rosji do Niemiec przebiegający przez teren województwa gorzowskiego o długości około 110 km i szerokości 300m,
- opracowano mapę numeryczną części miasta Garwolin, Bełchatów
- wykorzystanie systemu do wspomagania obliczeń geodezyjnych związanych z obsługą geodezyjną budowy metra w Warszawie,
- aktualizacja mapy zasadniczej Ursusa, Podkowy Leśnej i Halinowa,
- odnowienie ewidencji gruntów na terenie Podkowy Leśnej, Milanówka, Ursusa, Żoliborza i Kabat,
- wykonywanie map sytuacyjno-wysokościowych do celów projektowych na terenach wiejskich okolic Bełchatowa, Kielc, Skarżyska-Kamiennej, Iławy, Gdańska, Koszalina, Szczecinka,
- system jest wykorzystywany w pracach eksportowych PEGiK Geokart na terenie Libii. Wykonano 8000 ha map w skali 1:5000, 3000 ha map w skali 1:10000 oraz 1000 ha map w skali 1:2000.

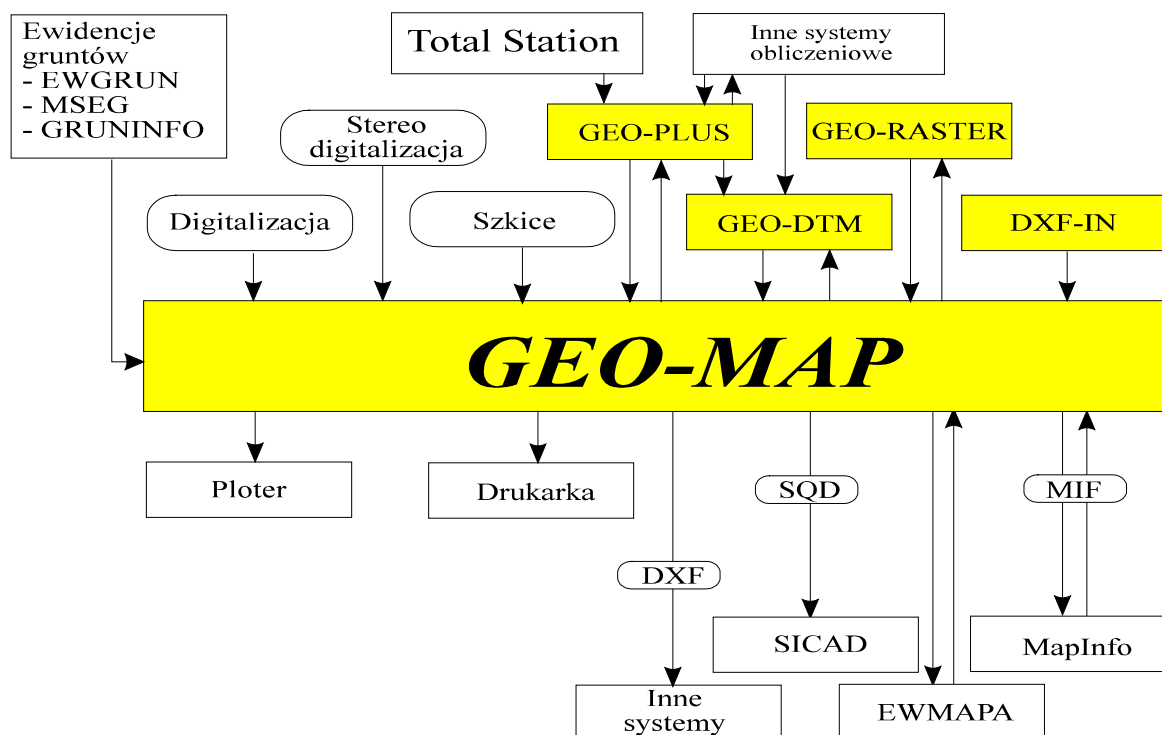
Główną zaletą podnoszoną przez użytkowników jest możliwość kompleksowego opracowania map sytuacyjno-wysokościowych oraz szeregu prac projektowych bez wykorzystywania dodatkowego oprogramowania. W porównaniu do systemów zagranicznych system jest konkurencyjny pod względem ceny oraz dostosowania do wymogów polskich przepisów i instrukcji technicznych. Dużą zaletą jest współpraca z trzema systemami ewidencji gruntów, oraz możliwość bezpośredniej wymiany danych z systemami **SICAD**, **CADCore**, **MapInfo**, **EWMAPA**. Moduł **GEO-DTM** stanowi podstawowe źródło opracowania wysokościowego w wersji 2.0 systemu **GEO-INFO**.

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 sytuacyjno-wysokościowej i jej prezentacji oraz udostępniania zgromadzonych informacji.

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 komunikacji z innymi systemami. 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 związku z zainteresowaniem za granicą wszystkie moduły posiadają obecnie również angielską wersję językową.

## 2. Budowa systemu

System składa się z szeregu 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 rysunku 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 ramach systemu **GEO-MAP**. Program GEO-RASTER jako jedyny element systemu pracuje w środowisku Microsoft Windows.

Jak wynika z przedstawionego schematu system posiada bardzo rozbudowane możliwości pozyskiwania danych, są to:

- geodezyjne pomiary terenowe z możliwością kodowania w terenie,
- digitalizacja istniejących map,
- stereodigitalizacja zdjęć lotniczych,
- wektoryzację skanowanych map (**GEO-RASTER**),
- pliki współrzędnych,
- niekartometryczne materiały archiwalne (szkice, wykazy, zarysy),
- import danych w formacie DXF (program **DXF-IN**),
- import danych w formacie MIF (MapInfo),
- import danych z systemu EWMAPA.

### 3. Model danych systemu

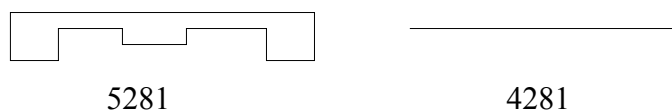
System przechowuje informacje o przedmiotach terenowych za pośrednictwem zdefiniowanych w nim obiektów. Wyróżnia się generalnie trzy geometryczne klasy obiektów systemu tj.:

- obiekty punktowe (obrazujące w systemie przedmioty terenowe interpretowane jako punkty),
- obiekty liniowe (obrazujące w systemie przedmioty terenowe interpretowane jako linie),
- obiekty powierzchniowe (obrazujące w systemie przedmioty terenowe interpretowane jako obszary).

Obiekty mogą być umieszczane na jednej z **1024** dostępnych warstw informacyjnych (nakładek) oraz posiadać oprócz informacji przestrzennej (atrybutów geometrycznych) określającej ich położenie i kształt również atrybuty opisowe. System wyróżnia dwa rodzaje atrybutów opisowych:

- **stacyjne**,
- **dynamiczne** (wyliczalne, zależne od geometrii np. pole, obwód).

Specyficznym atrybutem opisowym obiektu jest kod przedmiotu terenowego reprezentowanego przez dany obiekt. Przedmioty terenowe posiadają przyporządkowane kody składające się z czterech cyfr przy czym pierwsza cyfra kodu jest właściwie atrybutem określającym do jakiej klasy geometrycznej obiektów systemu dany przedmiot jest zaliczany. Tak więc właściwy kod przedmiotu terenowego zbudowany jest jedynie z trzech cyfr. Podejście takie znacznie zmniejsza liczbę niezbędnych kodów a co najważniejsze pozwala aby przedmiot terenowy posiadał ten sam kod bez względu na sposób interpretacji geometrycznej. Jako przykład przedstawimy przypadek ogrodzenia, które w zależności od swojego kształtu i gabarytów jest interpretowane jako obiekt powierzchniowy lub liniowy. W systemie GEO-MAP kody obu obiektów będą różniły się jedynie pierwszą cyfrą określającą klasę geometryczną obiektu użytego do zobrazowania przedmiotu terenowego w systemie.

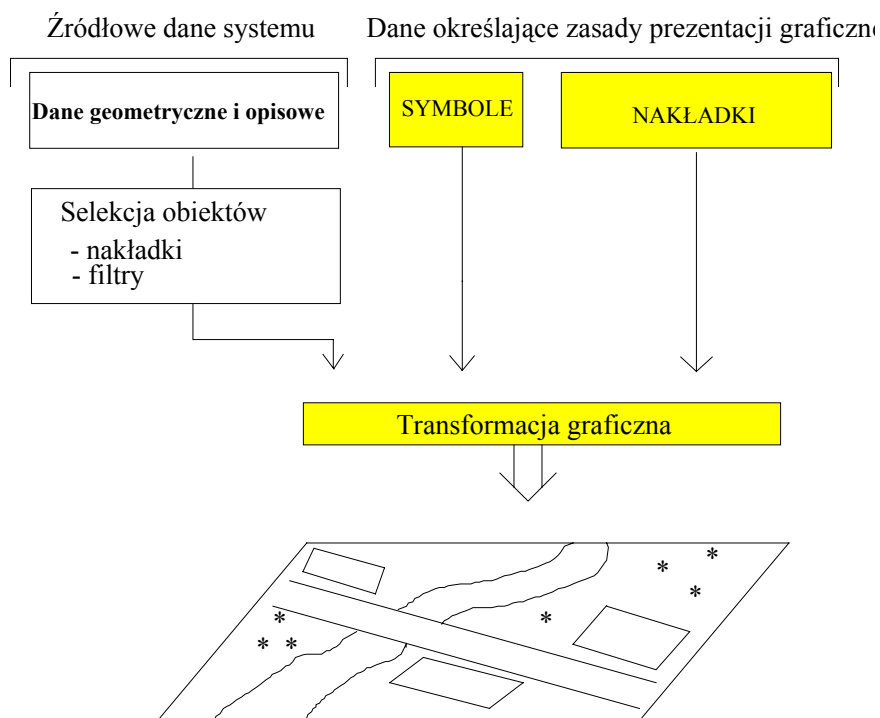


Rysunek 2. Interpretacja przyporządkowania przedmiotu terenowego do klasy geometrycznej obiektu.

Prezentacja graficzna zgromadzonej w takiej postaci informacji o przedmiotach terenowych następuje znakiem umownym przypisanym danemu kodowi obiektu. W systemie wprowadzono wyraźne rozdzielanie 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 danych są łączone na podstawie kodu obiektu. Dodatkowo w trakcie prezentacji graficznej wykonywany jest automatyczny wybór znaków umownych w zależności od przyjętej skali opracowania i parametrów zapisanych w bibliotece znaków umownych określających zasady wyboru odpowiedniego znaku do prezentacji. Automatyzacja opisanego procesu wyboru znaku jest możliwa dzięki wariantowym definicjom znaku umownego tego samego obiektu w obrębie jednej biblioteki. Parametrem wyboru na ogół bywa wymiar znaku umownego wyrażony w milimetrach w skali opracowania.

#### 4. Zasady prezentacji graficznej

Na prezentację graficzną zawartości bazy danych systemu **GEO-MAP** składają się dwa czynniki. Pierwszy wynikający z transformacji graficznej obiektów zawartych w bazie danych systemu na znaki umowne służące do ich prezentacji oraz drugi uwzględniający treść danej prezentacji polegający na odpowiedniej selekcji obiektów z bazy. Przyjęcie zasady rozdzielenia informacji geometryczno-atrybutowej od znaków umownych sprawia, że tą samą bazę geometryczno-atrybutową możemy prezentować przy pomocy różnych bibliotek znaków umownych. Schemat funkcjonowania powyższego rozwiązania przedstawiamy na rysunku 3.



Rysunek 3. Schemat graficznej prezentacji danych

Transformacji graficznej obiektów bazy danych na obraz mapy realizowana jest przez znaki umowne przyporządkowane kodom obiektów. Każda z wykorzystywanych w systemie klas obiektów posiada swoje specyficzne elementy służące do jej prezentacji. Zaprezentowany podział jest podziałem hierarchicznym w/g stopnia skomplikowania prezentacji poszczególnych obiektów. Na analogicznej zasadzie możemy budować biblioteki znaków umownych, rozpoczynając od zdefiniowania znaków umownych dla obiektów punktowych, które następnie będziemy mogli wykorzystać do definiowania znaków umownych dla obiektów liniowych a następnie zarówno symbole jak znaki obiektów liniowych do definiowania znaków umownych dla obiektów powierzchniowych.

Zasady konstrukcji znaków umownych były w ciągu kilku lat funkcjonowania systemu wielokrotnie udoskonalane. Obecnie sytuacja uległa znacznej stabilizacji gdyż wszystkie wymagane naszymi przepisami znaki umowne są możliwe do zbudowania i dodatkowo pozostaje jeszcze pewien zapas możliwości niewykorzystywanych w obowiązujących przepisach. Informacje tą kierujemy szczególnie do osób dążących za wszelką cenę do znacznego upraszczania znaków umownych, gdyż jak twierdzą system taki czy inny nie ma możliwości zdefiniowania takiego czy innego znaku umownego.

#### 4.1. Znaki umowne i zasady prezentacji dla obiektów punktowych

W definicjach znaków umownych obiektach punktowych wykorzystuje się jedynie elementy geometrii prymitywnej czyli linie, łuki, teksty oraz zdefiniowanie opisu atrybutami. Pozwala to na zdefiniowanie przykładowych znaków przedstawionych poniżej.



Rysunek 4. Przykładowe znaki umowne dla obiektów punktowych

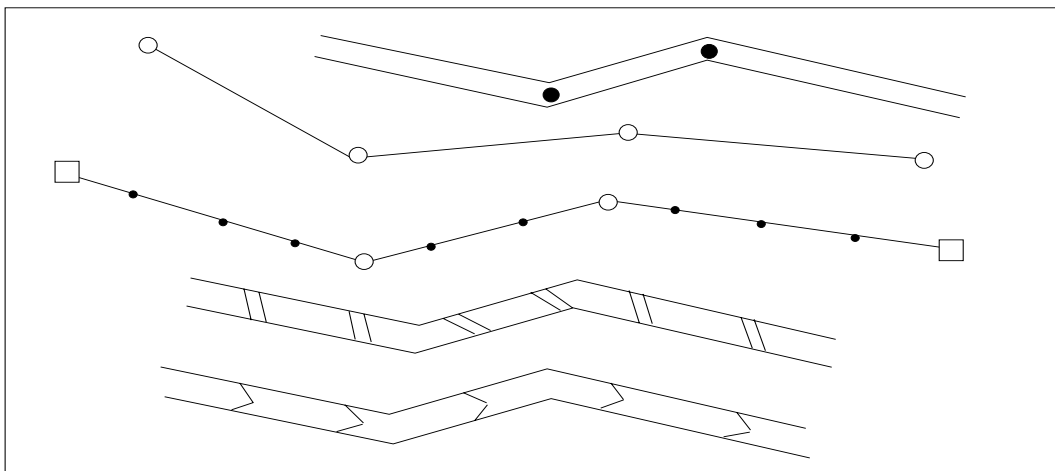
Dodatkowym elementem wprowadzonym w prezentacji znaków punktowych jest możliwość uzależnienia ich wielkości od wartości atrybutów obiektu oraz wariantowa prezentacja również zależna od wielkości obiektu terenowego. Jako przykład przedstawimy tutaj armaturę sieci kanalizacyjnej która mimo różnych kształtów i rozmiarów posiada identyczny kod z wyróżnieniem kształtu i rozmiaru zapisanym w atrybucie. Znak umowny służący do prezentacji armatury zdefiniowany jest jako kropka o średnicy 0.5 mm w skali mapy i takim znakiem będą prezentowane wszystkie obiekty o tym kodzie jeśli atrybut określający kształt będzie pusty. W przypadku jednak gdy wpisujemy tam określone parametry prezentacja będzie zupełnie inna co przedstawiono poniżej.

Kształty armatury	Rysunek	Zawartość atrybutów		
		RODZAJ SIECI	KSZTAŁT	RZĘDNE góra dół
Okrągły	$k \circ \frac{123.34}{122.20}$	k	*C0.75	123.34 122.20
Okrągły z dodatkowym oznaczeniem	$kl \ominus \frac{123.34}{122.20}$	kl	*CH0.75	123.34 122.20
Okrągły z dodatkowym oznaczeniem	$k \oplus \frac{123.34}{122.20}$	k	*CV0.75	123.34 122.20
Okrągły z dodatkowym oznaczeniem	$k \oplus \frac{123.34}{122.20}$	k	*CHV0.75	123.34 122.20
Prostokątny	$k \square \frac{123.34}{122.20}$	k	*R0.75X1.0	123.34 122.20
Kwadratowy	$k \square \frac{123.34}{122.20}$	k	*R1.0	123.34 122.20
Prostokątny z dodatkowym oznaczeniem	$k \square \frac{123.34}{122.20}$	k	*RV0.75X1.0	123.34 122.20
Kwadratowy z dodatkowym oznaczeniem	$k \square \frac{123.34}{122.20}$	k	*RV1.0	123.34 122.20
Bez określenia kształtu	$k \bullet \frac{123.34}{122.20}$	k		123.34 122.20

## 4.2. Znaki umowne i zasady prezentacji dla obiektów liniowych

Definiowanie znaków umownych do prezentacji obiektów liniowych uwzględnia możliwość wykorzystywania następujących elementów:

- definicji typu linii z elementu geometrii prymitywnej (linia),
- rozmieszczenia w określonym interwale zdefiniowanych wcześniej symboli,
- rozmieszczania symboli na wierzchołkach linii,
- rozmieszczania symboli na początku i końcu linii,
- tworzenie linii równoległych przesuniętych o wartości stałe lub wynikające z atrybutów obiektu (szerokość),
- opis atrybutami.



Rysunek 5. Przykładowe znaki umowne dla obiektów liniowych

Dzięki wprowadzeniu zmiennej prezentacji w zależności od atrybutu szerokość obiektu otrzymujemy możliwość uzyskiwania różnego rysunku mapy w zależności od przyjętej skali opracowania. System prezentując takie obiekty analizuje ich szerokość i na podstawie porównania z parametrami zapisanymi w bibliotece znaków umownych tego dobiera odpowiedni sposób prezentacji. Działanie tego mechanizmu przedstawimy na przykładzie ogrodzenia, które jak wiemy w zależności od szerokości (zakładamy, że szerokość jest stała na całej długości) prezentowane jest różnymi znakami umownymi. W poniższym przykładzie przyjęto skalę prezentacji 1:1000 oraz zasadę, że obiekty mające szerokość mniejszą od 1mm w skali mapy prezentuje się symbolem.

Kod obiektu	Prezentacja graficzna	SZEROKOŚĆ w metrach
4281		2.0
4281		1.0
4281		< 1.0

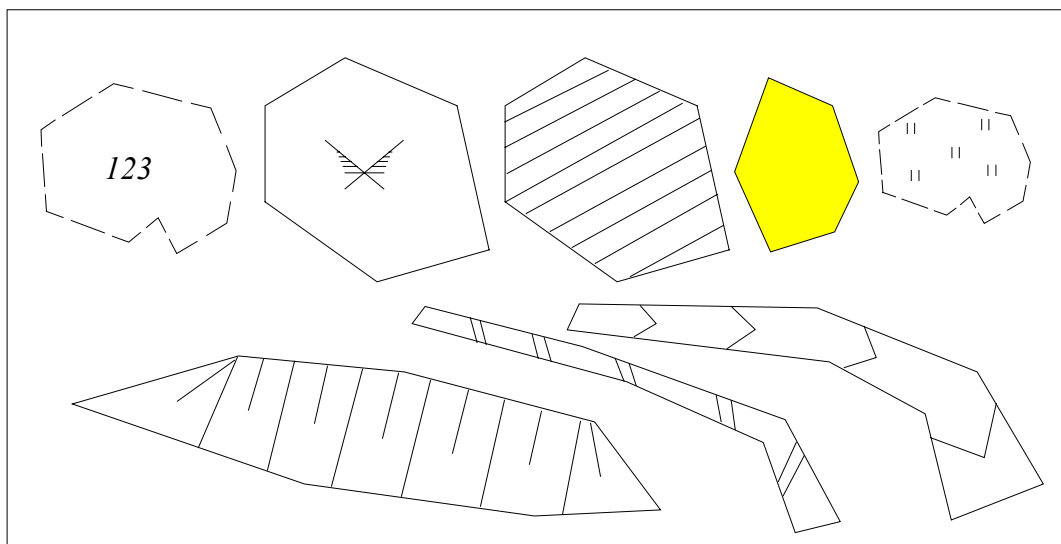
Dla uzupełnienia przedstawionego przykładu dodajmy, że jeśli ogrodzenie to będzie miało nieregularne kształty (różna szerokość pilastry) wtedy należy wykorzystać do jego zobrazowania w systemie obiekt powierzchniowy pozwalający wszystkie te elementy przedmiotu wyeksponować.

#### 4.3. Znaki umowne i zasady prezentacji dla obiektów powierzchniowych

W znakach umownych prezentujących obiekty powierzchniowe system uwzględnia możliwość wykorzystania następujących elementów prezentacji graficznej:

- obrys obiektu przy pomocy wcześniej zdefiniowanych znaków liniowych,
- szrafura przy pomocy wcześniej zdefiniowanych znaków liniowych, przy czym oprócz standardowej szrafury liniami równoległymi zdefiniowane zostały specjalne szrafury wykorzystywane w znakach umownych dotyczących skarpy, rowu, ogrodzenia oraz ściany oporowej,
- wypełnienia kolorem,
- wstawiania symboli,
- wstawiania opisu atrybutami.

System nie wymusza zamykania obiektów powierzchniowych. Aby jednak możliwe było wykorzystanie wszystkich wymienionych elementów prezentacji konieczne jest aby obiekt był zamknięty. W przeciwnym wypadku będzie wykonany jedynie obrys obiektu a dodatkowo atrybut wyliczalny określający pole powierzchni będzie miał wartość zero.



Rysunek 6. Przykładowe znaki umowne dla obiektów powierzchniowych

Na szczególną uwagę zasługuje sposób prezentacji obiektów powierzchniowych takich jak skarpa, ściana oporowa czy rów gdzie jedyną informacją zapisywaną w geometrycznej bazie danych systemu jest obrys obiektu natomiast pozostałe elementy pojawiające się w trakcie prezentacji graficznej zapisane są w bibliotece znaków umownych a nie jako samodzielne obiekty przechowywane w bazie danych.

Aby przybliżyć znaczenie problemu przechowywania obiektów służących jedynie prezentacji graficznej innych obiektów podamy przykład skarpy na obszarze ok. 120 km<sup>2</sup> mapy Poznania uzyskanej ze zdjęć lotniczych w poprzedniej wersji systemu GEO-MAP, w której nie było jeszcze opisanych powyżej możliwości lecz należało tworzyć kreski poprzeczne skarpy jako oddzielne obiekty. Okazało się, że na ok. 360.000 wszystkich obiektów ok. 120.000 stanowiły właśnie kreski poprzeczne skarpy zwiększając zupełnie niepotrzebnie rozmiar bazy danych.



## 5. Podstawowe funkcje systemu

Systemu **GEO-MAP** posiada wszystkie funkcje niezbędne w procesie prezentacji, edycji oraz udostępniania i przyjmowaniu fragmentów bazy danych. Generalnie funkcje te możemy podzielić na pięć zasadniczych grup opisanych poniżej.

### Funkcje prezentacji danych

- powiększenia, zmniejszenia, przesunięcia,
- automatyczny proces generalizacji,
- selekcja obiektów do prezentacji przez kod obiektu, warstwy informacyjne oraz kombinacje warunków przestrzennych i nieprzestrzennych nakładanych na atrybuty obiektów.

### Funkcje edycyjne

- tworzenie obiektów przy pomocy myszy na podstawie istniejących punktów, lub na podstawie relacji geometrycznych między istniejącymi obiektami np.:
  - ☞ odległość od punktu wzdłuż zadanego kierunku,
  - ☞ lokalizacja punktu na domiarach prostokątnych,
  - ☞ odległość od prostej łączącej dwa punkty,
  - ☞ przecięcia dwóch obiektów,
  - ☞ podział prostej na odcinki o zadanej długości lub podaną liczbę części,
  - ☞ tworzenie linii równoległych, wielokątów,
  - ☞ tworzenie tworów geometrycznych (klotoidy, łuki, elipsy,...),
- tworzenie obiektów przy pomocy digitalizacji map oraz stereodigitalizacji zdjęć lotniczych z możliwością digitalizacji ciągłej z interwałem czasowym lub odległościowym,
- automatyczne tworzenie sekcji map w dowolnych skalach na podstawie godła lub wskazanego obszaru,
- selekcji i modyfikacji istniejących obiektów, np.:
  - ☞ przesunięcie, dodanie, usunięcie punktu w obiekcie, zmiana uporządkowania punktów,
  - ☞ lokalizacja punktów opisu obiektów,
  - ☞ podział obiektu we wskazanym punkcie lub na odcinki, łączenie obiektów,
  - ☞ kopiowanie i przenoszenie obiektów.

### Funkcje udostępniania danych

- udostępnianie fragmentów bazy danych w prostokącie lub dowolnie zdefiniowanym wielokącie,
- kreślenie na ploterze,
- generowanie plików **SQD, DXF, MIF** oraz plików systemu **EWMAPA**.

### Funkcje aktualizacji danych

- automatyczna aktualizacja bazy danych przez odpowiednie wczytanie udostępnionych i zaktualizowanych jej fragmentów.

### Funkcje przetwarzania i analizy danych

- wykonywanie pomiarów wielkości geometrycznych na punktach obiektów bazy danych (kąt, długość, pole, azymut, itp.),
- rozliczenie użytków w działkach,
- projektowanie działki o zadanej powierzchni lub wartości,
- skręcanie arkusza mapy,
- automatyczne obliczenie wszystkich punktów przecięć obiektów liniowych,
- selekcja obiektów na podstawie kodów, atrybutów oraz relacji geometrycznych z innymi obiektami.

## Literatura

- Gaździcki J., 1990: *Systemy informacji przestrzennej*, PPWK Warszawa-Wrocław 1990.
- Gaździcki J., 1990: *Systemy katastralne*, PPWK Warszawa-Wrocław 1995.
- Izdebski W., 1993: *System mapy numerycznej GEO-MAP*, III Konferencja TIP, Warszawa 1993.
- Izdebski W., 1994: *Problematyka wizualizacji zawartości bazy danych systemu mapy numerycznej* Konferencja Naukowo-Techniczna Olsztyn-Kikity 1994,
- Izdebski W., Knap T., 1994: *Pozyskiwanie danych do SIT przy pomocy systemu GEO-MAP*, Sympozjum Naukowe AGH, Kraków 1994.
- Izdebski W. Knap T., 1994: *Nowe możliwości systemu mapy numerycznej GEO-MAP*, IV Konferencja TIP, Warszawa 1994
- Izdebski W., Jurczak P., Knap T., 1995: *Rozwój systemu GEO-MAP*, V Konferencja TIP, Warszawa 1995.

GEO-SYSTEM Sp. z o.o.  
ul. Podbięty 34 m. 7  
02-732 Warszawa  
tel./fax 644-31-21