

LABORATORIUM SYSTEMÓW MOBILNYCH

ZAPOZNANIE SIĘ Z PODSTAWOWYMI SPOSOBAMI PRZECHOWYWANIA DANYCH GEOGRAFICZNYCH (GIS)

I. Temat ćwiczenia

Zapoznanie się z podstawowymi sposobami przechowywania danych geograficznych (GIS)

II. Wymagania

–

III. Ćwiczenie

1. Wprowadzenie

Geographical Information System – GIS (*System Informacji Geograficznej*) – jest to zbiór urządzeń oraz oprogramowania służący do zbierania, przechowywania oraz analizowania wszelkich form powiązanych danych geograficznych np. rozmieszczenie obiektów w terenie. GIS ma szereg zastosowań, od administracji publicznej do rozwiązań biznesowych np. planowanie przejazdu pojazdów, analizowanie zagrożeń pożarowych, badania statystyczne rozmieszczenia różnych gatunków zwierząt. Istnieje wiele formatów opisu i przechowywania danych geograficznych. Należą do nich m.in. MIF oraz SHP.

2. MIF

MapInfo Format (MapInfo Data Interexchange Format – MIF) – jest to globalny format reprezentacji danych wektorowych. Format ten jest formatem tekstowym i umożliwia przechowywanie wielu atrybutów dla obiektów geograficznych. Dane w formacie MIF występują zazwyczaj w postaci dwóch plików:

- **.mif** – plik przechowujący opis danych geograficznych,
- **.mid** – plik zawierający opisy atrybutów danych geograficznych.

Dane opisujące obiekt geograficzny oddzielone są znakiem powrotu karetki (*CR*) natomiast poszczególne atrybuty znakiem określonym parametrem *DELIMITER* w części nagłówkowej pliku .mif.

2.1. Opis formatu – plik .mif

Format MIF składa się z części nagłówkowej oraz części zawierającej dane opisujące obiekt geograficzny.

2.2. Nagłówek pliku

```
VERSION n
CHARSET "Char-set"
[DELIMITER "<c>"]
[INDEX n,n..]
[COORDSYS... ]
COLUMNS n
<Name><Type>
```

Listing 1 – Schemat nagłówka pliku .mif

VERSION – numer wersji pliku z zakresu 1-3,

CHARSET – kodowanie znaków w plikach .mif i .mid, np.: *"WindowsLatin1"*,

DELIMITER – znak separacji używany w opisie obiektu, atrybut opcjonalny – domyślnym znakiem separacji jest tabulacja, np.: ";",

INDEX – specyfikacja kolumny lub listy kolumn, które będą indeksowane, każda wartość odnosi się do konkretnego atrybutu bazy danych, np.: wartość 2 odpowiada atrybutowi drugiemu, atrybut jest opcjonalny,

COORDSYS – specyfikacja sposobu przechowywania danych geograficznych w przypadku gdy dane nie są przechowywane w formacie długość/szerokość geograficzna,

COLUMNS – specyfikacja liczby kolumn, poniżej dla każdej z kolumn występuje specyfikacja jej nazwy oraz typu danych w niej przechowywanych, dopuszczalnymi typami danych są:

- **char** (długość łańcucha znaków),
- **integer** (4 bajty),
- **smallint** (2 bajty – wartości z zakresu od -32767 do +32767),
- **decimal** (ilość znaków, długość część dziesiętnej),
- **float**,
- **date**,
- **logical**.

Np.:

```
COLUMNS 3
State char (15)
Population integer
Area decimal (8,4)
```

Listing 1 – Przykład definicji atrybutu COLUMNS

2.3. Część danych pliku

2.3.1. Obiekty geograficzne

Dane opisujące obiekty geograficzne następują bezpośrednio po części nagłówkowej i rozpoczynają się od słowa *DATA*. Część danych pliku .mif może składać się z wielu części, z których każda opisuje jeden obiekt geograficzny. Powiązanie pomiędzy obiektami znajdującymi się w pliku .mif, a atrybutami pliku .mid dokonywane jest w następujący sposób. Atrybut pierwszego obiektu pliku .mif znajduje się w pierwszej linii pliku .mid. Atrybut drugiego obiektu pliku .mif znajduje się w drugiej linii pliku .mid, itd. Wspierane typy obiektów geograficznych:

point,
line,
polyline,
region,
arc,
text,
rectangle,
rounded rectangle,
ellipse.

point:

```
POINT x y  
[ SYMBOL (shape, color, size) ]
```

Listing 3 – Definicja obiektu point

Obiekt przyjmujący współrzędne x oraz y, możemy zdefiniować również symbol reprezentujący obiekt.

line:

```
LINE x1 y1 x2 y2  
[ PEN (width, pattern, color) ]
```

Listing 4 – Definicja obiektu line

Definiujemy współrzędne x oraz y obu końców obiektu, możemy również określić styl linii.

polyline:

```
PLINE [ MULTIPLE numsections ]
numpts1
x1 y1
x2 y2
:
[ numpts2
x1 y1
x2 y2 ]
:
[ PEN (width, pattern, color) ]
[ SMOOTH ]
```

Listing 5 – Definicja obiektu polyline

Obiekt może składać się z wielu sekcji (wymagana klauzula *MULTIPLE* oraz liczba sekcji). Dla każdej z sekcji określamy liczbę wierzchołków, a następnie definiujemy współrzędne wierzchołków. Możemy określić styl linii oraz zastosować opcję wygładzania.

region:

```
REGION numpolygons
numpts1
x1 y1
x2 y2
:
[ numpts2
x1 y1
x2 y2 ]
:
[ PEN (width, pattern, color) ]
[ BRUSH (pattern, forecolor, backcolor) ]
[ CENTER x y ]
```

Listing 6 – Definicja obiektu region

Obiekt składający się z wielu wielokątów. Dla każdego wielokąta definiujemy liczbę jego wierzchołków oraz współrzędne tych wierzchołków. Zdefiniować możemy styl linii, styl wypełnienia wielokątów oraz współrzędne wierzchołka obiektu (musi znajdować się wewnątrz obiektu).

arc:

```
ARC x1 y1 x2 y2
a b
[ PEN (width, pattern, color) ]
```

Listing 7 – Definicja obiektu arc

Dla zdefiniowania łuku podajemy współrzędne przeciwległych wierzchołków prostokąta otaczającego łuk oraz wartości kątów (w stopniach) początku oraz końca łuku (parametry *a* oraz *b*). Przejście od początku łuku odbywa się zgodnie z ruchem wskazówek zegara.

text:

```
TEXT "textstring"  
x1 y1 x2 y2  
[ FONT... ]  
[ Spacing {1.0 | 1.5 | 2.0} ]  
[ Justify {Left | Center | Right} ]  
[ Angle text_angle ]  
[ Label Line {simple | arrow} x y ]
```

Listing 8 – Definicja obiektu text

Aby umieścić łańcuch znaków korzystamy z obiektu *TEXT*. Określamy współrzędne tekstu oraz opcjonalnie krój czcionki, justowanie, odstępy, styl linii.

rectangle:

```
RECT x1 y1 x2 y2  
[ PEN (width, pattern, color) ]  
[ BRUSH (pattern, forecolor, backcolor) ]
```

Listing 9 – Definicja obiektu rectangle

Dla obiektu prostokąt definiujemy współrzędne przeciwległych wierzchołków oraz opcjonalnie styl linii oraz wypełnienia.

rounded rectangle:

```
ROUNDRECT x1 y1 x2 y2  
a  
[ PEN (width, pattern, color) ]  
[ BRUSH (pattern, forecolor, backcolor) ]
```

Listing 10 – Definicja obiektu rounded rectangle

Prostokąt o zaokrąglonych wierzchołkach. Dodatkowo definiujemy kąt zaokrąglenia w stopniach (parametr *a*).

ellipse:

```
ELLIPSE x1 y1 x2 y2  
[ PEN (width, pattern, color) ]  
[ BRUSH (pattern, forecolor, backcolor) ]
```

Listing 11 – Definicja obiektu ellipse

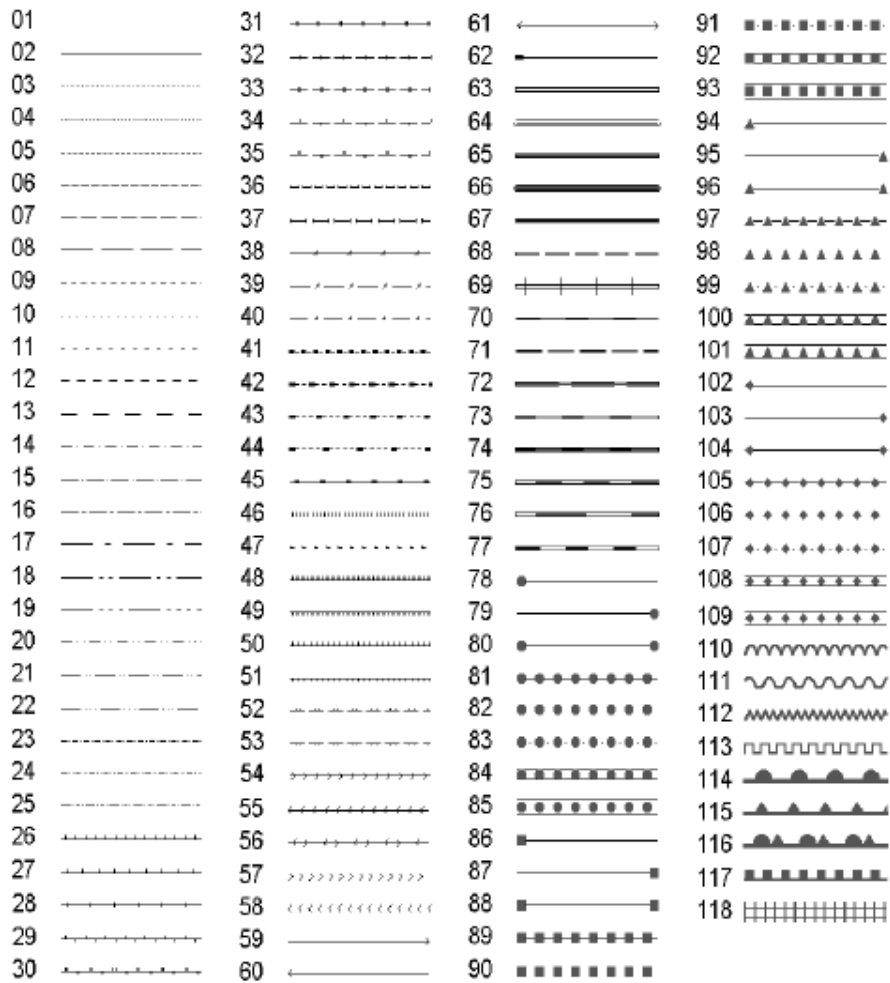
Określamy współrzędne przeciwległych wierzchołków prostokąta otaczającego elipsę.

2.3.2. Style długopisu

```
PEN (width, pattern, color)
```

Listing 12 – Definicja obiektu długopisu

Definiując styl linii określamy jej szerokość (w pikselach oraz punktach), kolor oraz krój linii (Rysunek 1).



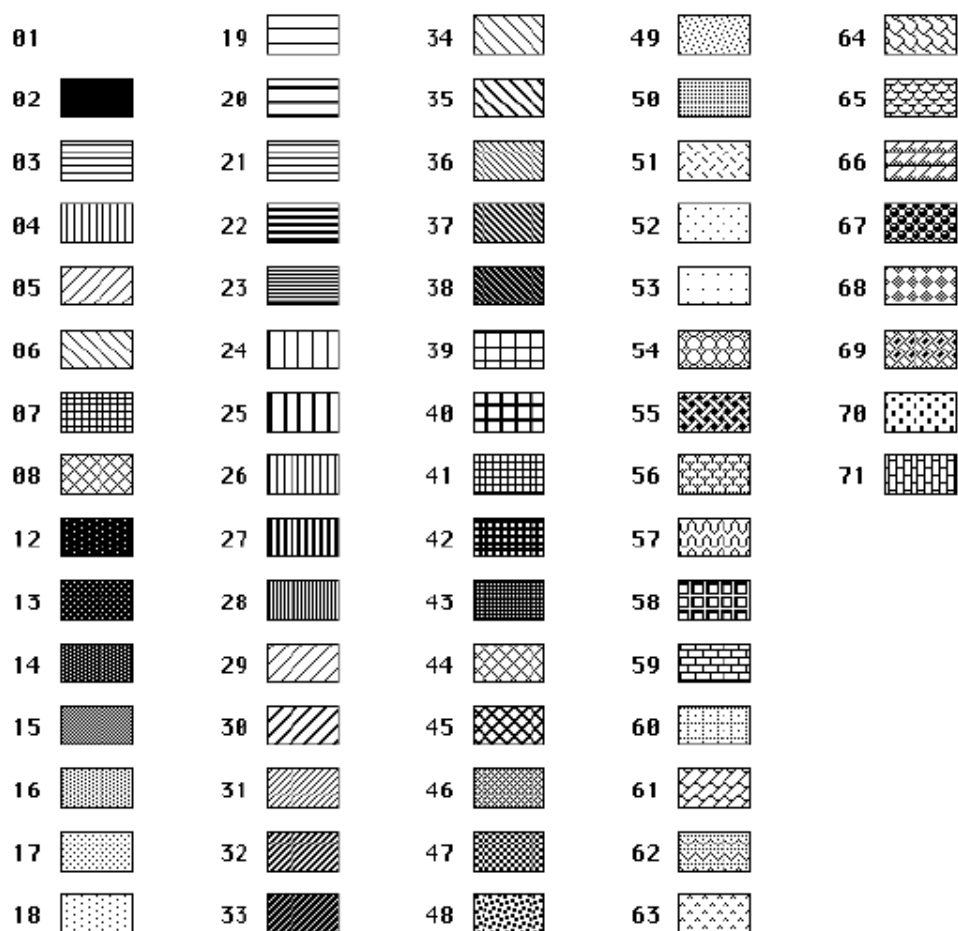
Rysunek 1 – Style linii

2.3.3. Styl pędzla

```
BRUSH (pattern, forecolor [, backcolor ])
```

Listing 13 – Definicja obiektu pędzel

Definiując styl wypełnienia figury określamy krój (wzór wypełnienia), kolor wzoru oraz kolor opcjonalnie kolor tła). Dostępne wzory wypełnienia (Rysunek 2).



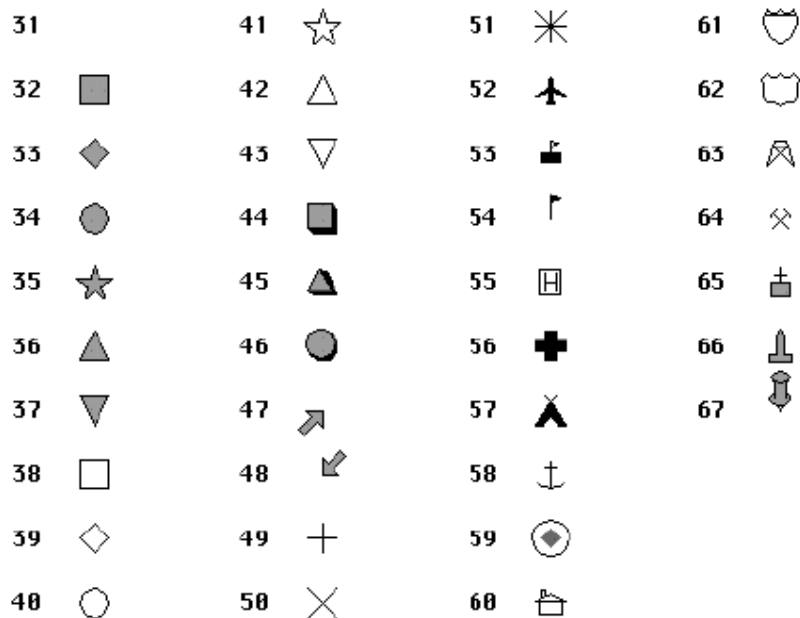
Rysunek 2 – Style pędzla

2.3.4. Styl symbolu

```
SYMBOL (shape, color, size)
SYMBOL (shape, color, size, fontname, fontstyle, rotation)
```

Listing 14 – Definicja stylu symbolu

Dostępne wzory symboli (Rysunek 3).



Rysunek 3 – Style symbolu

2.3.5. Style tekstu

```
FONT ("fontname", style, size, forecolor [, bgcolor])
```

Listing 15 – Definicja stylu tekstu

WARTOŚĆ	EFEKT
0	Brak
1	Pogrubiony
2	Kursywa
4	Podkreślenie
16	Otoczanie (tylko dla komputerów Macintosh)
32	Cień
256	Halo
512	Duże litery
1024	Rozszerzony

Tabela 1 – Style tekstu

2.3.6. Kolor

Kolor definiowany jest jako wartość całkowitoliczbowa określona wzorem:

$$(red * 65536) + (green * 256) + blue$$

2.4. Opis formatu – plik .mid

Plik .mid zawiera wartości atrybutów obiektów zdefiniowanych w pliku .mif. W każdej linii pliku znajduje się wartość atrybutu jednego obiektu geograficznego. Plik .mid jest opcjonalny.

3. SHP

Format pliku **SHP (ESRI Shape Format)** został opracowany przez *Environmental System Research Institute* jako format reprezentacji danych wektorowych. Wspiera obiekty typu punkt, wielopunkt, wielolinia, wielokąt. Do opisywanych obiektów geograficznych umożliwia dołączenie atrybutów, nie wspiera przechowywania danych topologicznych.

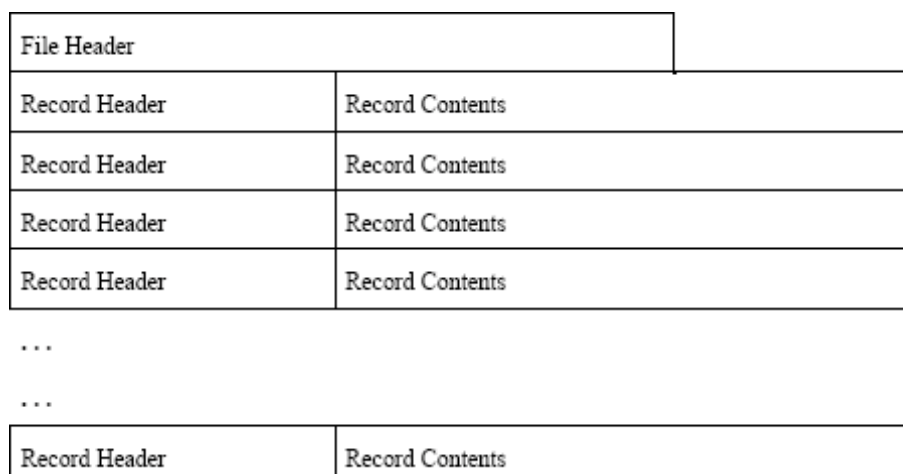
Format SHP składa się ze zbioru plików obowiązkowych oraz opcjonalnych. Pliki muszą spełniać konwencję nazewnictwa systemu MS-DOS (8,3), jak również pliki tego samego zbioru znajdować się muszą w tym samym folderze.

3.1. Pliki obowiązkowe

Istnieją trzy obowiązkowe pliki każdego opisu obiektów geograficznych w formacie SHP. Pliki te zawierają niezbędne informacje opisu obiektów.

3.1.1. Plik .shp

Główny plik formatu SHP zawierający informacje o geometrii obiektów. Składa się ze stałej długości nagłówka oraz jednego lub wielu zmiennej długości rekordów. Każdy rekord zawiera nagłówek rekordu oraz część danych (Rysunek 4).



Rysunek 4 – Schemat pliku .shp

Nagłówek pliku zajmuje obszar 100B i składa się 17 pól z danymi (*File Code (9994), Unused / Reserved, File Length, Version Number, Shape Type and Bounding Box (minimalne i maksymalne wartości X, Y, Z, M)*) (Rysunek 5).

Position	Field	Value	Type	Byte Order
Byte 0	File Code	9994	Integer	Big
Byte 4	Unused	0	Integer	Big
Byte 8	Unused	0	Integer	Big
Byte 12	Unused	0	Integer	Big
Byte 16	Unused	0	Integer	Big
Byte 20	Unused	0	Integer	Big
Byte 24	File Length	File Length	Integer	Big
Byte 28	Version	1000	Integer	Little
Byte 32	Shape Type	Shape Type	Integer	Little
Byte 36	Bounding Box	Xmin	Double	Little
Byte 44	Bounding Box	Ymin	Double	Little
Byte 52	Bounding Box	Xmax	Double	Little
Byte 60	Bounding Box	Ymax	Double	Little
Byte 68*	Bounding Box	Zmin	Double	Little
Byte 76*	Bounding Box	Zmax	Double	Little
Byte 84*	Bounding Box	Mmin	Double	Little
Byte 92*	Bounding Box	Mmax	Double	Little

* Unused, with value 0.0, if not Measured or Z type

Rysunek 5 – Format nagłówka pliku .shp

Nagłówek rekordu zajmuje 8B i zawiera numer rekordu oraz rozmiar części danych rekordu (Rysunek 6).

Position	Field	Value	Type	Byte Order
Byte 0	Record Number	Record Number	Integer	Big
Byte 4	Content Length	Content Length	Integer	Big

Rysunek 6 – Format nagłówka rekordu pliku .shp

Zawartość pola danych rekordu zależy od zdefiniowanego typu obiektu w polu *Shape Type* nagłówka pliku (Rysunek 7).

Value	Shape Type
0	Null Shape
1	Point
3	PolyLine
5	Polygon
8	MultiPoint
11	PointZ
13	PolyLineZ
15	PolygonZ
18	MultiPointZ
21	PointM
23	PolyLineM
25	PolygonM
28	MultiPointM
31	MultiPatch

Rysunek 7 – Typy obiektów formatu SHP

Typy obiektów:

- **Null Shape** (Wartość : 0) – 1 pole 1B – pusty obiekt – przeznaczone do przechowywania obiektów w przyszłości,
- **Point** (Wartość : 1) – 3 pola (*Shape Type*, *X*, *Y*) – 20B,
- **PolyLine** (Wartość : 3) – 6 pól (*Shape Type*, *Box*, *NumParts*, *NumPoints*, *Parts*, *Points*) – 44+4**NumParts* B,
- **Polygon** (Wartość : 5) – 6 pól (*Shape Type*, *Box*, *NumParts*, *NumPoints*, *Parts*, *Points*) – 44+4**NumParts* B,
- **MultiPoint** (Wartość : 8) – 4 pola (*Shape Type*, *Box*, *NumPoints*, *Points*),
- **PointZ** (Wartość : 11) – 5 pól (*Shape Type*, *X*, *Y*, *Z*, *Measure*),
- **PolyLineZ** (Wartość : 13) – 9 obowiązkowych pól (*Shape Type*, *Box*, *NumParts*, *NumPoints*, *Parts*, *Points*, *Zmin*, *Zmax*, *Zarray*) + 3 opcjonalne pola (*Mmin*, *Mmax*, *Marray*),
- **PolygonZ** (Wartość : 15) – 9 obowiązkowych pól (*Shape Type*, *Box*, *NumParts*, *NumPoints*, *Parts*, *Points*, *Zmin*, *Zmax*, *Zarray*) + 3 opcjonalne pola (*Mmin*, *Mmax*, *Marray*),
- **MultiPointZ** (Wartość : 18) – 7 obowiązkowych pól (*Shape Type*, *Box*, *NumPoints*, *Points*, *Zmin*, *Zmax*, *Zarray*) + 3 opcjonalne pola (*Mmin*, *Mmax*, *Marray*),
- **PointM** (Wartość : 21) – 4 pola (*Shape Type*, *X*, *Y*, *M*),
- **PolyLineM** (Wartość : 23) – 6 obowiązkowych pól (*Shape Type*, *Box*, *NumParts*, *NumPoints*, *Parts*, *Points*) + 3 opcjonalne pola (*Mmin*, *Mmax*, *Marray*),
- **PolygonM** (Wartość : 25) – 6 obowiązkowych pól (*Shape Type*, *Box*, *NumParts*, *NumPoints*, *Parts*, *Points*) + 3 opcjonalne pola (*Mmin*, *Mmax*, *Marray*),
- **MultiPointM** (Wartość : 28) – 4 obowiązkowe pola (*Shape Type*, *Box*, *NumPoints*, *Points*) + 3 opcjonalne pola (*Mmin*, *Mmax*, *Marray*),
- **MultiPatch** (Wartość : 31) – 10 obowiązkowych pól (*Shape Type*, *Box*, *NumParts*, *NumPoints*, *Parts*, *PartTypes*, *Points*, *Zmin*, *Zmax*, *Zarray*) + 3 opcjonalne pola (*Mmin*, *Mmax*, *Marray*),

3.1.2. Plik .shx

Plik zawierający indeks geometrii opisywanego obiektu.

3.1.3. Plik .dbf

Plik bazy danych lub dBASE służący do opisu atrybutów obiektów.

3.2. Pliki opcjonalne

- **.sbn** i **.sbx** – zawierają indeks przestrzenny obiektu,
- **.fbn** i **.fbx** – zawierają indeks przestrzenny obiektu dla plików .shp tylko do odczytu,
- **.prj** – plik zawierający informacje o układzie współrzędnych dla obiektów,
- **.shp.xml** – plik metadanych dla plików .shp.

3.3. Przeglądarki formatu SHP

Ze względu na binarny charakter zapisu danych w formacie SHP dostępnych jest wiele programów – przeglądarek, zarówno w wersji shareware jak i freeware, służących do wizualizacji obiektów geograficznych zapisanych w formacie SHP, m.in.: *ESRI ARC Explorer*, *ESRI ARCView*, *ESRI-view* i inne.

4. Zadanie

Należy przygotować pliki MIF oraz SHP. Zawierających następujące informacje:

Plik MIF:

- Prostokąt (Rectangle) o współrzędnych w punkcie 0,0 oraz w punkcie 15,15, narysowanego linią o wzorze nr 99 z rysunku Style Linii, a wypełnionego wzorem nr 67 z rysunku Style Pędzla,
- Elipsa o współrzędnych w punkcie 20,20 oraz 40,40 o linii narysowanej wzorem 44 oraz wypełnionej wzorem 08,
- Punkty o współrzędnych 50,50; 60,50; 70,50; 80,50 o symbolach odpowiednio 66, 65, 44 oraz 66,

Plik SHP:

- 2 wielokąty Polygon,
- 3 punkty Point
- 4 obiekty PolyLineZ,
- 2 obiekty MultiPointZ,

Należy dobrać parametry obiektów w prawidłowy, lecz dowolny sposób.