

XV Konferencja PLOUG  
Kościelisko  
Październik 2009

# Wizualizacja danych przestrzennych i map geograficznych w aplikacjach Oracle ADF

Maciej Zakrzewicz  
Politechnika Poznańska, PLOUG

*mzakrz@cs.put.poznan.pl*

**Abstrakt.** Obserwowany obecnie wzrost popularności aplikacji prezentujących geograficzne dane przestrzenne przekłada się na coraz większe zainteresowanie programistów technologiami wizualizacji map opartych o dane gromadzone w bazach danych. Artykuł zawiera analizę architektury i funkcjonalności dostępnych rozwiązań interaktywnej wizualizacji map dla platformy Oracle ADF, obejmujących komponenty ADF Geographic Map oraz integrację z Google Maps.

## 1. Wstęp

Obserwowany w ostatnich latach wzrost zainteresowania przechowywaniem, przetwarzaniem i wizualizacją danych przestrzennych staje się inspiracją dla twórców aplikacji biznesowych, którzy coraz częściej wyposażają swoje aplikacje w mechanizmy wspomagające geolokalizację i geonawigację w oparciu o mapy geograficzne. Najczęściej mechanizmy takie opierają się na publicznych mapach bazowych, na które dynamicznie nanoszone są specyficzne dla danej aplikacji opisy obiektów przestrzennych. Pojawiają się opinie, że technologie informatyczne umożliwiające realizację takich rozwiązań osiągnęły poziom wystarczającej dojrzałości, niezbędnej do oferowania niezawodnych i efektywnych rozwiązań przestrzennych.

Celem tego artykułu jest analiza wybranych rozwiązań technologicznych umożliwiających integrację mechanizmów wizualizacji danych przestrzennych i map geograficznych z logiką biznesową aplikacji Oracle ADF. Struktura tekstu jest następująca. Rozdział drugi zawiera wprowadzenie do technologii umożliwiających przechowywanie, przetwarzanie i wizualizację danych przestrzennych w bazach danych Oracle 11g. W rozdziale trzecim krótko scharakteryzowano technologię Oracle ADF. Rozdział czwarty opisuje dwie metody wizualizacji danych przestrzennych i map geograficznych w aplikacjach Oracle ADF: Google Maps i ADF Geographic Map. Rozdział piąty zawiera podsumowanie.

## 2. Wprowadzenie do Oracle Spatial i Oracle Locator

### 2.1. Oracle Spatial i Oracle Locator

Oracle Spatial i Oracle Locator to nazwy technologii służących do realizacji mechanizmów przechowywania, przetwarzania i udostępniania danych przestrzennych w systemie bazy danych Oracle [5]. Przez dane przestrzenne rozumie się dane opisujące obiekty osadzone w przyjętym układzie współrzędnych, np. dane geograficzne, geodezyjne. Oracle Locator jest standardowym składnikiem serwera Oracle Database 11g w wersji Standard, Enterprise i Express, natomiast Oracle Spatial podlega licencjonowaniu w obrębie serwera Oracle Database 11g w wersji Enterprise. Oracle Locator obejmuje najbardziej podstawową funkcjonalność obsługi danych przestrzennych, natomiast Oracle Spatial rozszerza ją o zaawansowane funkcje analizy danych, obsługi modeli topologicznych i sieciowych, obsługi danych rastrowych, geokodowania, itd. Bardzo istotną cechą technologii Oracle Spatial i Oracle Locator jest ich ścisła integracja z jądrem serwera bazy danych, co powoduje, że przetwarzanie danych przestrzennych odbywa się po stronie serwera, a nie po stronie aplikacji biznesowej.

Dane przestrzenne mogą być przechowywane w bazie danych dzięki użyciu specjalizowanych typów danych, m.in. typu SDO\_GEOMETRY. SDO\_GEOMETRY to obiektowy typ danych służący do opisu pojedynczego obiektu przestrzennego. Pojedynczym obiektem przestrzennym może być punkt geometryczny, linia łamana, łuk, łańcuch łuków, wielokąt, wielokąt z otworami, zamknięty łańcuch łuków, itp. W celu utworzenia obiektu SDO\_GEOMETRY konieczne jest wyspecyfikowanie współrzędnych (2D lub 3D) wszystkich punktów wierzchołkowych, połączenie ich krawędziami oraz wskazanie użytego układu współrzędnych (rys. 1). Obiekty SDO\_GEOMETRY są zwykle przechowywane w tabelach bazy danych. Kolumny przechowujące obiekty SDO\_GEOMETRY nazywane są warstwami przestrzennymi (ang. spatial layers). W celu poprawy wydajności zapytań operujących na warstwach przestrzennych zwykle buduje się dla nich specjalizowane struktury indeksów przestrzennych, np. indeksy R-drzewo.

```

MDSYS.SDO_GEOMETRY(2003, NULL, NULL,
MDSYS.SDO_ELEM_INFO_ARRAY(1, 1003, 1),
MDSYS.SDO_ORDINATE_ARRAY(67.06, 56.56, 65.02, 57.57, 54.12, 75.9,
54.86, 78.57, 49.45, 77.89, 47.07, 70.44, 37.56, 70.17, 31.83, 65.70,
26.08, 60.96, 24.24, 50.48, 25.40, 39.29, 29.11, 39.13, 34.61, 34.29,
32.44, 31.19, 37.59, 26.75, 43.69, 29.46, 45.38, 44.70, 54.49, 50.19,
66.72, 54.53, 66.85, 55.13, 67.06, 56.56))

```



Rys. 1. Przykładowy obiekt SDO\_GEOMETRY opisujący kształt województwa wielkopolskiego

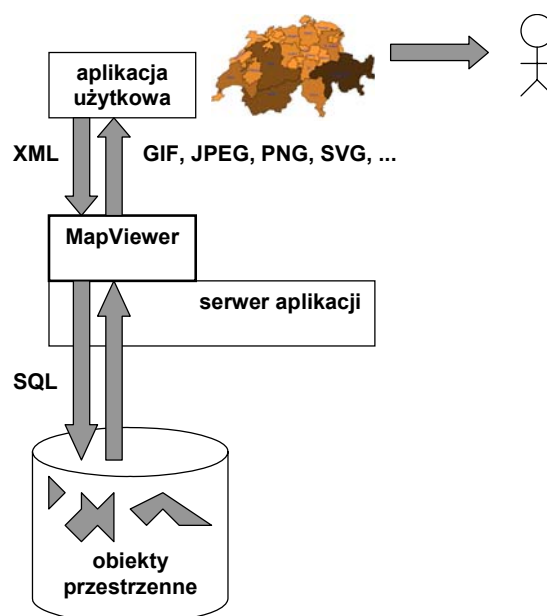
Oprócz możliwości trwałego przechowywania obiektów przestrzennych w bazie danych, Oracle Spatial i Oracle Locator oferują szereg funkcji ich wyszukiwania i przetwarzania. Takie specjalizowane funkcje języka SQL jak: SDO\_FILTER, SDO\_RELATE, SDO\_WITHIN\_DISTANCE, SDO\_NN, pozwalają wyszukiwać obiekty przestrzenne spełniające określone relacje topologiczne wobec innych obiektów przestrzennych: zawieranie wewnątrz innego obiektu, otaczanie innego obiektu, stykanie się z innym obiektem, posiadanie powierzchni wspólnej z innym obiektem, rozłączność z innym obiektem, bliskość w stosunku do innego obiektu, itp. Funkcje SDO\_UNION, SDO\_INTERSECTION, SDO\_DIFFERENCE umożliwiają generowanie nowych obiektów przestrzennych w wyniku połączenia lub przecięcia obiektów istniejących. Funkcja SDO\_JOIN umożliwia wykonywanie operacji relacyjnego połączenia tabel w oparciu o relacje topologiczne. Dostępnych jest wiele funkcji analizy danych przestrzennych, obejmującej wyliczanie długości, powierzchni, obszarów buforowych, itd.

## Oracle MapViewer i MapBuilder

Pomimo względnej łatwości wprowadzania i przetwarzania danych przestrzennych w systemach baz danych Oracle, często okazuje się, że najtrudniejszym zadaniem jest wizualizacja tych danych w formie map geograficznych. Przypomnijmy, że obiekty przestrzenne są wewnętrznie opisywane za pomocą list współrzędnych punktów wierzchołkowych oraz list łączących te punkty krawędzi. Graficzna prezentacja tak opisanych wielokątów, punktów, linii łamanych, może przysporzyć wiele trudności programistom przywykłym do wizualizacji wyłącznie danych tekstowych i numerycznych. Niezbędne byłoby zdobycie umiejętności praktycznego wykorzystywania graficznych bibliotek programistycznych.

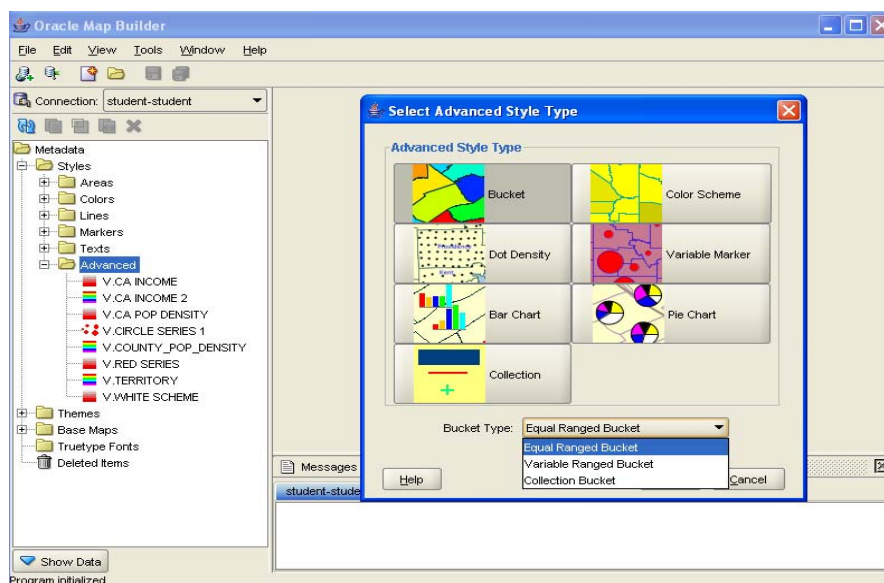
Interesującą pomocą w realizacji zadań wizualizacji obiektów przestrzennych w formie map geograficznych może okazać się narzędzie Oracle MapViewer, stanowiące składnik serwera aplikacji Oracle Application Server 10g (w wersji Java, Standard i Enterprise). Oracle MapViewer to zrealizowana w technologii Java EE uniwersalna aplikacja dokonująca wizualizacji map geograficznych w oparciu o obiekty przestrzenne zwrócone przez zapytania SQL zdefiniowane przez programistę. Wizualizowane mapy mogą składać się z wielu warstw przestrzennych, a programista może definiować odrębną stylistykę graficzną dla każdej z warstw. Mapy są interakcyjne – pozwalają użytkownikowi na przesuwanie fragmentu mapy w oknie i zmianę skali.

Architekturę narzędzia Oracle MapViewer przedstawiono na rys. 2. Przepływ sterowania jest następujący. Aplikacja użytkownika przekazuje do MapViewera żądania XML generowania map graficznych. Żądania XML wskazują źródło danych dla generowania mapy oraz określają stylistykę graficzną dla wizualizowanych warstw przestrzennych. Następnie, MapViewer nawiązuje połączenie ze źródłem danych, za pomocą zapytań SQL pobiera obiekty przestrzenne, a w kolejnym kroku generuje graficzne pliki GIF, JPEG, PNG lub SVG zawierające obrazy map. Obrazy map są przekazywane aplikacji użytkownika, która z sposób interakcyjny prezentuje je użytkownikowi.



Rys. 2. Architektura narzędzia Oracle MapViewer

W celu umożliwienia współdzielenia definicji stylistyki graficznej warstw przestrzennych i definicji map pomiędzy wieloma aplikacjami użytkowymi, możliwe jest ich predefiniowanie w bazie danych. Służące do tego celu narzędzie Oracle MapBuilder pozwala na zdefiniowanie m.in. kolorystyki, czcionek, ikonografii, rodzajów linii dla każdej warstwy przestrzennej oraz na zdefiniowanie kompozycji warstw przestrzennych w mapy geograficzne. Definicje Oracle MapBuildera są przechowywane w formacie XML w tabelach systemowych dostępnych poprzez perspektywę USER\_SDO\_STYLES (prymitywne style graficzne), USER\_SDO\_THEMES (powiązania stylu graficznych z warstwami przestrzennymi, tzw. tematami) i USER\_SDO\_MAPS (powiązania warstw przestrzennych w mapy geograficzne). Dzięki predefiniowaniu map i ich stylistyki graficznej, żądania aplikacji użytkowych wysyłane do Oracle MapViewera mogą być istotnie uproszczone. Wygląd graficznego interfejsu użytkownika narzędzia Oracle MapBuilder przedstawiono na rys. 3.



Rys. 3. Interfejs użytkownika w narzędziu Oracle MapBuilder

### 3. Tworzenie aplikacji Java EE w technologii Oracle ADF

Oracle ADF to popularne środowisko szkieletowe służące do implementacji aplikacji Java EE intensywnie korzystających z baz danych [1]. Na Oracle ADF składa się rodzina odrębnych rozwiązań technicznych, obejmująca m.in.: ADF Business Components, ADF Faces, ADF Swing, ADF Bindings. ADF Business Components to uniwersalna warstwa zorientowanego obiektowo dostępu do relacyjnych baz danych. Umożliwia programiście Java realizację zapytań i przetwarzania danych bez potrzeby wykorzystywania konstrukcji języka SQL lecz poprzez użycie obiektowego modelu tych danych. ADF Faces i ADF Swing są bibliotekami komponentów wizualnych służących do konstrukcji graficznego interfejsu użytkownika w aplikacjach JavaServer Pages i w aplikacjach klient-serwer. Oferują ponad sto gotowych komponentów: pola tekstowe, przyciski wyboru, przyciski akcji, zakładki, paski postępu, listy rozwijane, tabele, rozwijane menu, wykresy, itd. Warto nadmienić, że komponenty ADF Faces korzystają z mechanizmów AJAX w celu poprawy stopnia interakcyjności. ADF Bindings to technologia deklaratywnego kojarzenia komponentów wizualnych z ich źródłami danych. Dzięki niej np. powiązanie wyświetlanego na ekranie pola tekstowego ze źródłową kolumną tabeli w bazie danych nie wymaga programowania kodu w języku Java lecz polega jedynie na zapisaniu referencji do kolumny tabeli jako atrybutu komponentu pola tekstowego. ADF Bindings może współpracować zarówno z ADF Business Components, jak i z alternatywnymi warstwami zorientowanego obiektowo dostępu do relacyjnych baz danych: JPA Entities, Hibernate, TopLink, WebServices, itp. Przykład aplikacji zrealizowanej w technologii Oracle ADF został przedstawiony na rys. 4.

Imię	Nazwisko	Email	Telefon	Data zatr.	Pensja	Premia
Steven	King	SKING	515.123.4567	17.06.1987	24000	
Neena	Kochhar	NKOCHHAR	515.123.4568	21.09.1989	17000	
Lex	De Haan	LDEHAAN	515.123.4569	13.01.1993	17000	
Alexander	Hunold	AHUNOLD	590.423.4567	03.01.1990	9000	
Bruce	Ernst	BERNST	590.423.4568	21.05.1991	6000	
David	Austin	DAUSTIN	590.423.4569	25.06.1997	4800	
Valli	Pataballa	VPATABAL	590.423.4560	05.02.1998	4800	
Diana	Lorentz	DLORENTZ	590.423.5567	07.02.1999	4200	
Nancy	Greenberg	NGREENBE	515.124.4569	17.08.1994	12000	
Daniel	Faviet	DFAVIET	515.124.4169	16.08.1994	9000	
John	Chen	JCHEN	515.124.4269	28.09.1997	8200	
Ismael	Sciarra	ISCIARRA	515.124.4369	30.09.1997	7700	
Jose Manuel	Urman	JMURMAN	515.124.4469	07.03.1998	7800	
...	...	...	...	...	...	...

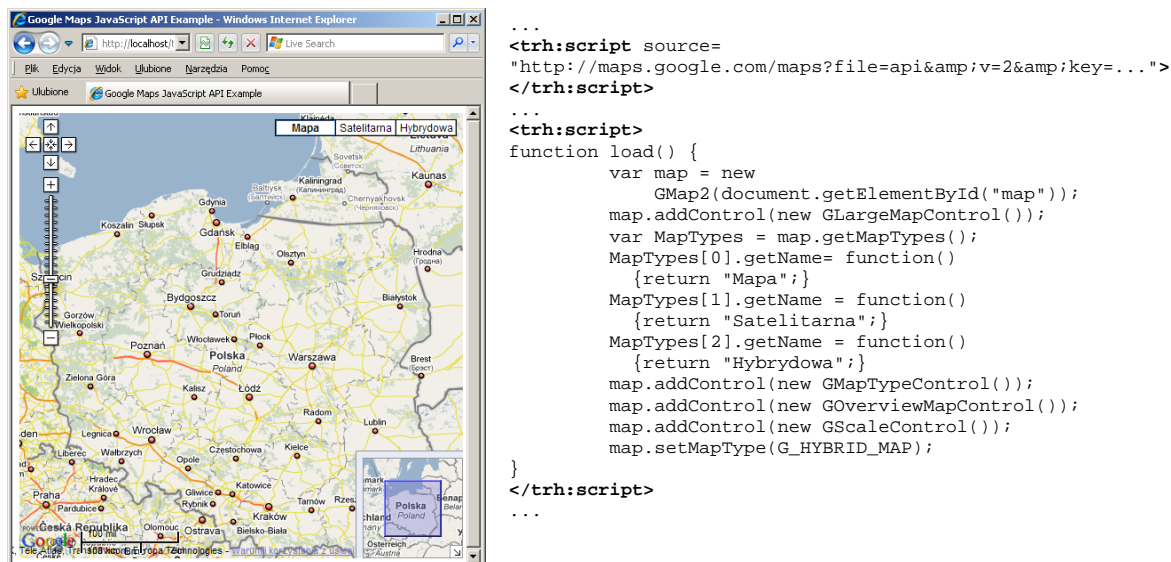
Rys. 4. Przykładowa aplikacja zrealizowana w technologii Oracle ADF

## 4. Wizualizacja danych przestrzennych w aplikacjach Oracle ADF

### 4.1. Google Maps API

Dane przestrzenne stanowiące zasoby platformy Google Maps mogą być wizualizowane w aplikacjach ADF za pomocą bibliotek Google Maps API [3][4]. Google Maps API to zbiór klas języka JavaScript, których wywołania mogą być osadzone wewnątrz dowolnych dokumentów HTML, w tym dokumentów generowanych dynamicznie przez aplikacje Oracle ADF. Treść prezentowanej mapy Google Maps może być dynamicznie pozycjonowana, powiększana i pomniejsz-

szana, wyposażona w odnośniki (np. opisane przez obiekty przestrzenne w bazie danych), obsługę zdarzeń, itp. Niepożądanym skutkiem ubocznym uniwersalności tego rozwiązania jest konieczność osadzania dużych fragmentów kodu Java Script wewnątrz aplikacji Oracle ADF. Przykład użycia Google Maps API w aplikacji Oracle ADF pokazano na rys. 5.

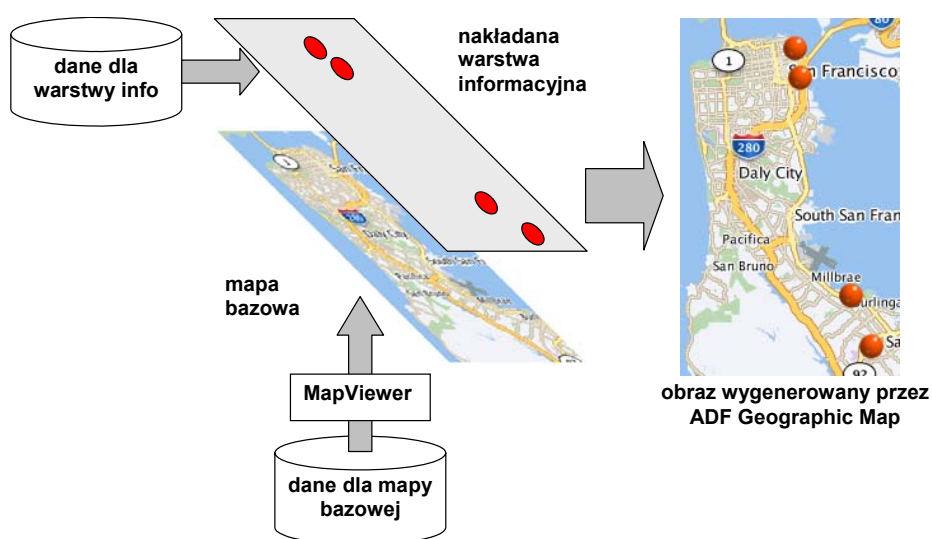


Rys. 5. Przykład użycia Google Map API w aplikacji Oracle ADF

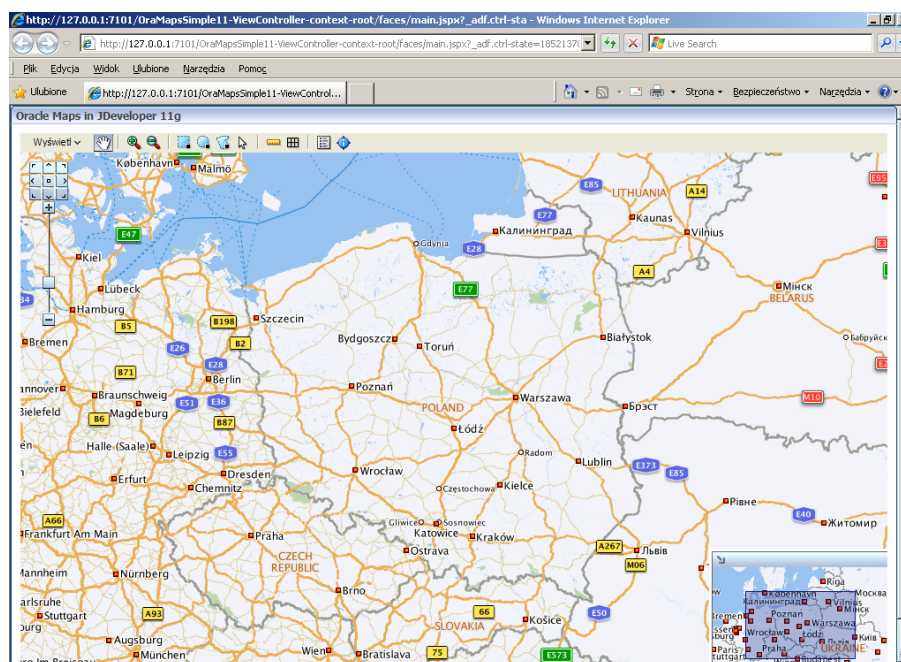
## 4.2. ADF Geographic Map

Interesujące funkcje wizualizacji map opartych o obiekty przestrzenne SDO\_GEOMETRY zgromadzone w bazie danych Oracle oferuje komponent wizualny ADF Geographic Map [1][2]. Komponent ten współpracuje z narzędziem Oracle MapViewer w celu generowania obrazów graficznych map, które zostały predefiniowane przez programistę za pomocą narzędzia Oracle MapBuilder. Wygenerowane obrazy map geograficznych są interakcyjnie prezentowane użytkownikowi przez komponent ADF Geographic Map, któremu zwykle towarzyszy też pomocniczy komponent narzędziowy MapToolbar (zarządzanie mapą).

Obraz mapy geograficznej prezentowany użytkownikowi końcowemu może być wzbogacony o dynamicznie nakładane warstwy informacyjne. Dostępne są trzy rodzaje warstw informacyjnych: warstwy kolorystyczne, warstwy punktowe, warstwy wykresowe. Warstwy kolorystyczne umożliwiają nałożenie na mapę barwnych wielokątów, których kolor jest uzależniony od wartości danych opisowych w bazie danych, np. od liczby mieszkańców danego kraju. Warstwy punktowe służą do nanoszenia punktów, których współrzędne (XY lub adresowe) pobierane są z bazy danych, np. lokalizacji oddziałów firmy. Z kolei warstwy wykresowe umożliwiają nałożenie wykresów kołowych lub słupkowych na obszary geograficzne mapy w celu prezentacji opisowych wartości liczbowych pobieranych z bazy danych, np. poziomu sprzedaży w każdym województwie. Nakładane warstwy informacyjne umożliwiają programiście obsługę zdarzeń inicjowanych przez użytkownika, np. kliknięcia myszką w miasto lub województwo w celu wyświetlenia jego danych opisowych. Zasadę kompozycji mapy z użyciem nakładanych warstw informacyjnych przedstawiono na rys. 6. Natomiast przykład użycia komponentu ADF Geographic Map w aplikacji Oracle ADF znajduje się na rys. 7.

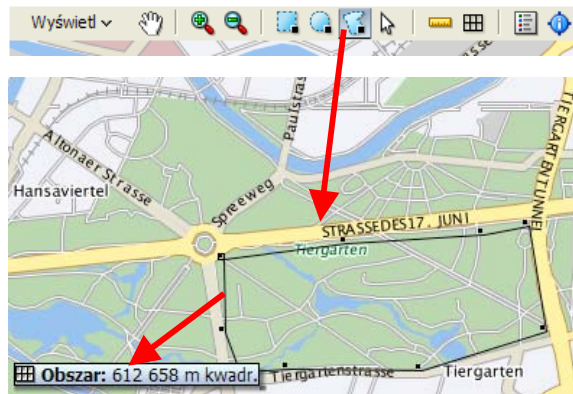


Rys. 6. Kompozycja mapy z użyciem nakładanych warstw informacyjnych



Rys. 7. Przykład użycia komponentu ADF Geographic Map

Komponent ADF Geographic Map, z pomocą elementu MapToolBar, oferuje wiele wbudowanych funkcji użytkowych, obejmujących powiększanie/pomniejszanie wybranego obszaru mapy, pomiar odległości na mapie, pomiar pola powierzchni kształtu narysowanego na mapie (rys. 8), wyświetlanie legendy, podgląd otoczenia wyświetlanego fragmentu mapy.



Rys. 8. Funkcja pomiaru pola powierzchni kształtu narysowanego na mapie

Użycie komponentu ADF Geographic Map wymaga określenia szeregu parametrów jego pracy. Parametry te obejmują między innymi:

- źródło danych przestrzennych dla narzędzia MapViewer (dataSource),
- adres URL narzędzia MapViewer, stanowiącego element składowy serwera aplikacji Oracle Application Server 10g (mapViewerURL),
- nazwa mapy wcześniej zdefiniowanej za pomocą narzędzia MapBuilder (baseMapName),
- początkowe położenie mapy na ekranie, określone za pomocą współrzędnych XY (startingX, startingY),
- początkowe powiększenie mapy na ekranie, określone jako współczynnik powiększenia (mapZoom),
- identyfikator wykorzystywanego układu współrzędnych (srid),
- jednostki miary dla pomiaru odległości i pola powierzchni (unit),
- źródła danych dla nakładanych warstw informacyjnych (<dvt:mapPointTheme>),
- opcjonalnie, adres URL narzędzia Oracle Geocoder, umożliwiającego translację adresów pocztowych na współrzędne geograficzne.

Poniżej przedstawiono kod źródłowy aplikacji JavaServer Pages dokonującej wizualizacji mapy z rys. 7. Definicja mapy bazowej ELOCATION\_MERCATOR\_WORLD\_MAP oraz parametry połączenia z narzędziem Oracle MapViewer zostały pominięte. Autor korzystał z publicznych map z <http://elocation.oracle.com/mapviewer>.

```
<?xml version='1.0' encoding='windows-1250'?>
<jsp:root xmlns:jsp="http://java.sun.com/JSP/Page" version="2.0"
  xmlns:h="http://java.sun.com/jsf/html"
  xmlns:f="http://java.sun.com/jsf/core"
  xmlns:af="http://xmlns.oracle.com/adf/faces/rich"
  xmlns:dvt="http://xmlns.oracle.com/dss/adf/faces">
  <f:view>
    <af:document>
      <af:form>
        <af:panelWindow closeIconVisible="false"
          title="Oracle Maps in JDeveloper 11g">
          <dvt:mapToolbar mapId="map"/>
          <dvt:map id="map" startingX="0.0" mapServerConfigId="mapConfig1"
            baseMapName="ELOCATION_MERCATOR_WORLD_MAP"
            mapZoom="0" startingY="0.0" unit="METERS">
          </dvt:map>
        </af:panelWindow>
      </af:form>
    </af:document>
  </f:view>
</jsp:root>
```



```
</af:document>  
</f:view>  
</jsp:root>
```

## 5. Podsumowanie

W artykule przedstawiono dwa rozwiązania technologiczne, umożliwiające twórcom aplikacji Oracle ADF łatwą wizualizację danych przestrzennych i map geograficznych. Rozwiązanie oparte na Google Maps wymaga implementacji fragmentów kodu źródłowego aplikacji w języku JavaScript, pozwala jednak na korzystanie z bogatej publicznej mapy geograficznej Google. Z kolei rozwiązanie oparte na ADF Geographic Map pozwala wizualizować dowolne dane przestrzenne Oracle Spatial i Oracle Locator zarówno w formie mapy bazowej, jak i w formie dynamicznie nakładanych warstw informacyjnych, a ponadto, nie wymaga bezpośredniego stosowania interfejsów języka JavaScript. Niedogodnością ADF Geographic Map jest konieczność korzystania z serwera aplikacji Oracle Application Server i jego modułu MapViewer.

## Bibliografia

- [1] Dokumentacja techniczna: "Oracle® Fusion Middleware Web User Interface Developer's Guide for Oracle Application Development Framework 11g Release 1 (11.1.1)"
- [2] Andrejus Baranovskis, "Oracle Maps in JDeveloper 11g - Even More Simple", <http://andrejusb.blogspot.com>
- [3] Dokumentacja techniczna: "Google Maps API Concepts", <http://code.google.com>
- [4] Dokumentacja techniczna: "Google Maps API Reference", <http://code.google.com>
- [5] Dokumentacja techniczna: „Oracle Spatial User's Guide and Reference”