

DARIUSZ GOTLIB
Zakład Kartografii Politechniki Warszawskiej
d.gotlib@gik.pw.edu.pl

Model mobilnej prezentacji kartograficznej

Zarys treści. W artykule przedstawiono podstawowe założenia i cechy modelu mobilnej prezentacji kartograficznej. Stanowi on podstawowy element metodyki projektowania prezentacji kartograficznych na potrzeby aplikacji lokalizacyjnych i nawigacyjnych zaproponowany w pracy autora (D. Gotlib 2011). Model oparty jest na szeregu nowych pojęć, mogących stanowić podstawę ontologii mobilnego przekazu kartograficznego: *jednostka przekazu kartograficznego, geokompozycja składowa, geowizualizacja elementarna, okno geowizualizacji, zdarzenie kartograficzne*. Poprzez podanie przykładów implementacyjnych przybliżono jego właściwości oraz koncepcję modelowania. Wykorzystanie modelu umożliwia formalizację procesu projektowania prezentacji kartograficznych, nie tylko mobilnych. Formalizacja ma na celu uniknięcie niejednoznaczności opracowywanego projektu, zapewnienie możliwości jego wielokrotnego wykorzystania oraz zautomatyzowanego przetwarzania.

Słowa kluczowe: metodyka kartograficzna, geowizualizacja, mobilny GIS, mobilna kartografia, LBS, nawigacja GPS

1. Wprowadzenie

Rozwój technologii geoinformacyjnych, informatycznych i telekomunikacyjnych spowodował w ostatnich latach gwałtowny rozwój różnego rodzaju aplikacji, w których przekaz kartograficzny odgrywa istotną, często kluczową rolę. Określenie „mobilna prezentacja kartograficzna” rozumiane będzie dalej jako zdefiniowany w funkcji celu, kompletny przekaz kartograficzny, który można odebrać dzięki użyciu mobilnej aplikacji nawigacyjnej lub lokalizacyjnej. Poziom złożoności tego przekazu i wymagania użytkowników dotyczące prezentacji kartograficznej stają się coraz większe. Informacje geograficzne muszą być dostarczone do odbiorcy w wielu formach i postaciach, za pomocą różnych urządzeń.

Analiza cech współczesnych prezentacji kartograficznych dostarczanych przez media elektroniczne prowadzi nieuchronnie do wniosku, iż konieczna staje się formalizacja procesu ich projektowania. Formalizacja procesu projektowania może pozwolić na tworzenie prezentacji kartograficznych w taki sposób, aby były niezależne od konkretnych technologii poszczególnych producentów aplikacji nawigacyjnych lub lokalizacyjnych. Produktem może stać się więc prezentacja kartograficzna gotowa do wykorzystania w różnych aplikacjach.

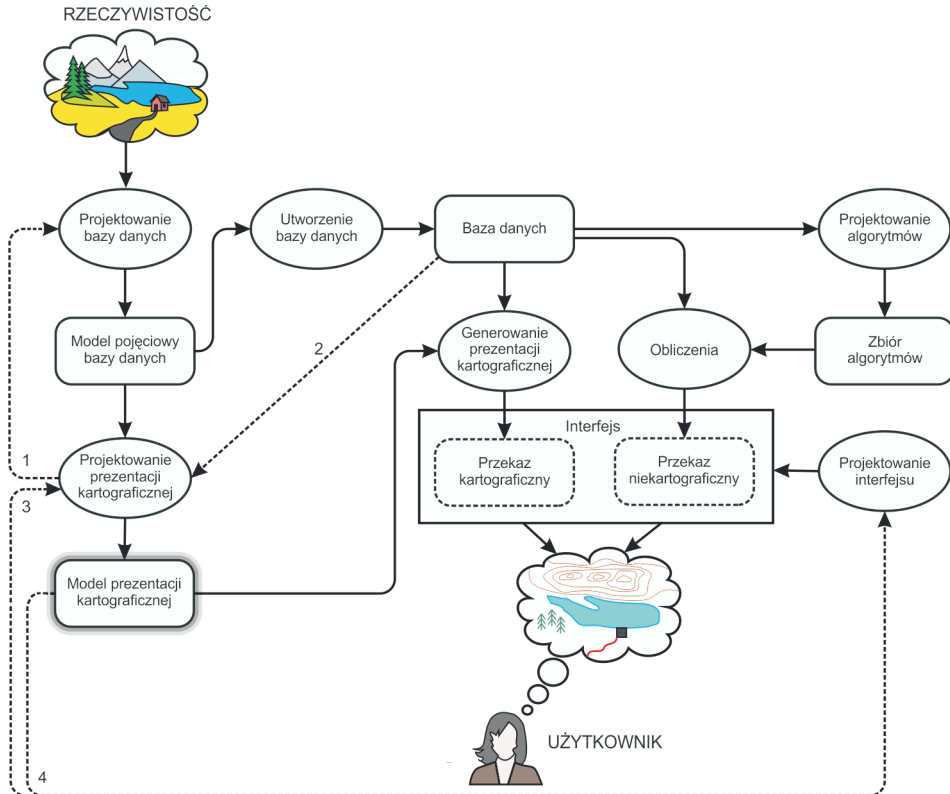
Badania mające na celu wypracowanie w tym zakresie odpowiedniej metodyki kartograficznej przeprowadzone zostały w ramach projektu badawczego Ministerstwa Nauki i Szkolnictwa Wyższego nr N N526 012935 i opisane szczegółowo w pracy autora (D. Gotlib 2011). Kluczowym elementem zaproponowanej metodyki jest model mobilnej prezentacji kartograficznej (nazywany dalej modelem MPK). Model ten pozwala na zdefiniowanie i zapisanie przekazu kartograficznego w sposób umożliwiający jego wykorzystanie w wielu różnych aplikacjach nawigacyjnych i lokalizacyjnych. Chociaż opisane rozwiązania i koncepcje dotyczą mobilnej prezentacji kartograficznej, to po uogólnieniu i uzupełnieniu mogą zostać zastosowane w procesie projektowania praktycznie każdego rodzaju prezentacji kartograficznej. W niniejszym artykule wykorzystano fragmenty rozprawy autora (D. Gotlib 2011).

2. Związek między modelem pojęciowym danych geograficznych a modelem prezentacji kartograficznej

Umieszczenie modelu prezentacji kartograficznej w kontekście innych procesów projekto-

wania i użytkowania aplikacji mobilnej pokazano na rycinie 1. Model prezentacji kartograficznej jest pochodną modelu pojęciowego danych i nie jest modelem samych danych, ale sposobu ich przedstawienia użytkownikowi (w tym kontekście jest więc metamodelem). Powstaje on w wyniku procesu projektowania prezentacji kartograficznej i steruje przekazem kartograficznym w konkretnej aplikacji nawigacyjnej (o ile zostanie do tego przystosowana przez producenta). Powiązanie

cyfrą „4” pokazuje oddziaływanie wytworzonego modelu prezentacji kartograficznej na projekt interfejsu (o ile np. wcześniej nie było możliwości współdziałania oznaczonej na schemacie cyfrą „3”). Linia oznaczona jako „2” pokazuje konieczność dostępu do realnych danych przestrzennych w trakcie projektowania prezentacji kartograficznej, tak aby już na etapie tego projektowania mogło następować testowanie powstającego modelu.



Ryc. 1. Umieszczenie modelu prezentacji kartograficznej w kontekście innych procesów tworzenia i użytkowania aplikacji mobilnej. Elipsy symbolizują procesy, natomiast prostokąty – elementy wytworzone w procesie tworzenia systemu mobilnego (D. Gotlib 2011)

Fig. 1. Placing of the model of cartographic presentation in the context of other processes of creation and usage of a mobile application: ellipses show processes and rectangles represent elements created during the process of mobile system development

oznaczone na schemacie jako „1” wskazuje możliwość (zalecenie) oddziaływania tego procesu na proces projektowania bazy danych, powiązanie „3” natomiast na możliwość (zalecenie) współdziałania procesu projektowania prezentacji kartograficznej z procesem projektowania interfejsu aplikacji mobilnej. Relacja oznaczona

3. Prezentacja kartograficzna jako zestaw geokompozycji składowych

W procesie projektowania modelu prezentacji kartograficznej wykorzystano i rozwinięto pojęcie geokompozycji wprowadzone przez Z. Koziela (2001, 2003), zdefiniowane jako „techniczno-

estetyczna kompozycja celowo dobranych i właściwie uporządkowanych elementów graficznych, dźwiękowych i tekstowych, jako zmiennych komponentów samoistnych lub współwystępujących ze sobą w różnych konfiguracjach z możliwymi funkcjami interaktywnego modyfikowania treści, a informujących o obiektach, procesach oraz zjawiskach społeczno-przyrodniczych zachodzących w geosferze”.

Wychodząc od tej definicji i odnosząc ją do mobilnej prezentacji kartograficznej przyjęto, że geokompozycja to uporządkowany, spójny i całościowy zestaw informacji przestrzennych wraz z metodą ich prezentacji, przekazywany użytkownikowi w postaci graficznej, dźwiękowej, wideo lub wszystkich tych postaciach jednocześnie, przygotowany pod kątem określonego sposobu wykorzystania. Geokompozycja obejmuje nie tylko treści prezentowane w formie wizualnej. W skład geokompozycji mogą wchodzić również powiązane z położeniem przestrzennym informacje tekstowe, zdjęcia, widoki z kamer i komunikaty dźwiękowe. Elementami geokompozycji mogą być także graficzne oznaczenia pasów ruchu, strzałki informujące o sposobie wykonania kolejnego manewru, linie kursu, namiary, pomocnicze schematy skrzyżowań, lotnisk, wejść do portów itd. Między geokompozycjami mogą istnieć powiązania, pozwalające na zdefiniowanie ich zestawów tworzących kompletną prezentację kartograficzną dostępną w konkretnej aplikacji mobilnej. Geokompozycję powinno się projektować, biorąc pod uwagę m.in. rodzaj oświetlenia, przy jakim będzie użytkowana, wielkość ekranu, na którym będzie prezentowana, sposób korzystania (tryb użytkowania), rodzaj użytkownika oraz cel użycia.

W klasycznym podejściu kartograficznym wybór skali prezentacji danych jest jednym z kluczowych i pierwszych elementów procesu projektowania mapy. Wynika on z celu opracowania mapy, posiadanych danych źródłowych, a także z możliwości technicznych i ekonomicznych autora i producenta (rozmiar mapy, liczba stron atlasu). Wybór skali determinuje cały dalszy proces tworzenia prezentacji kartograficznej. Zupełnie inaczej wygląda sytuacja w przypadku mapy w systemach mobilnych. Z założenia prezentacja musi obejmować bardzo duży przedział skalowy (np. 1:2000 – 1:50 000 000), a dane źródłowe są niejednorodne. Powiązanie między skalą geowizualizacji a dokładnością i szczegółowością danych źródłowych nie jest oczywiste,

jak w przypadku map tradycyjnych, gdy w wybranej przez projektanta skali prezentacji musi zostać zapewniony kompletny przekaz kartograficzny wynikający z analizy potrzeb odbiorcy.

Reprezentacja sytuacji terenowej w mobilnych aplikacjach nawigacyjnych i lokalizacyjnych realizowana jest poprzez szereg obrazów w różnej skali, zmieniających się dynamicznie, często w sposób sprawiający wrażenie płynnego powiększania i zmniejszania obrazu. W praktyce można przyjąć założenie, że reprezentacja ta ma charakter dyskretny, tzn. zmiana treści i dokładności przedstawienia obiektów następuje w ściśle określonych progach skalowych. Należy więc zaprojektować wiele różniących się pod wieloma względami kompozycji kartograficznych „wywoływanych” przy zmianie skali zgodnie z przyjętym przez projektanta szeregiem skalowym. Opracowane dla poszczególnych progów skalowych kompozycje kartograficzne nazywane są dalej „geokompozycjami składowymi”. Ilustrują to ryciny 2 i 3.

Geokompozycje składowe mogą różnić się między sobą pod względem treści i sposobu przedstawienia informacji, ale tworzą razem spójny przekaz kartograficzny w ramach jednej geokompozycji (ryc. 2). Jako analogię do tradycyjnych opracowań kartograficznych można przywołać zestaw map wykonanych według spójnego systemu znaków, spójnego modelu pojęciowego oraz wspólnego przeznaczenia, wykonanych w określonym szeregu skalowym, na przykład szereg map topograficznych 1:10 000, 1:25 000, 1:50 000.

Podstawowym zadaniem kartografa jest zdefiniowanie optymalnych skal, w jakich mapa będzie prezentowana. W systemie nawigacji samochodowej inna skala powinna być „ustawiona” po wyszukaniu miejscowości, inna podczas wyszukiwania konkretnego adresu, inna podczas zbliżania się do dużego skomplikowanego węzła drogowego lub punktu docelowego podróży itd. Skala geowizualizacji może zmieniać się automatycznie w trakcie wjazdu w obszar zurbanizowany, przy zmianie gęstości sieci drogowej, przy zmianie prędkości czy odległości od skrzyżowania. Prezentacja danych przestrzennych w systemie mobilnym może być więc definiowana jako zestaw uporządkowanych „wywołań” poszczególnych geokompozycji składowych. Czynnikiem powodującym „wywołanie” geokompozycji składowej określony został mianem *zdarzenia kartograficznego*. Pojęcie to nie dotyczy bezpo-

średnio zdarzeń rzeczywistych, ale jest elementem modelu mobilnej prezentacji kartograficznej. Zdarzenie kartograficzne odzwierciedla więc różne

zdarzenia rzeczywiste. Kartograf na podstawie analizy funkcji konkretnej aplikacji nawigacyjnej lub lokalizacyjnej powinien wyodrębnić tego



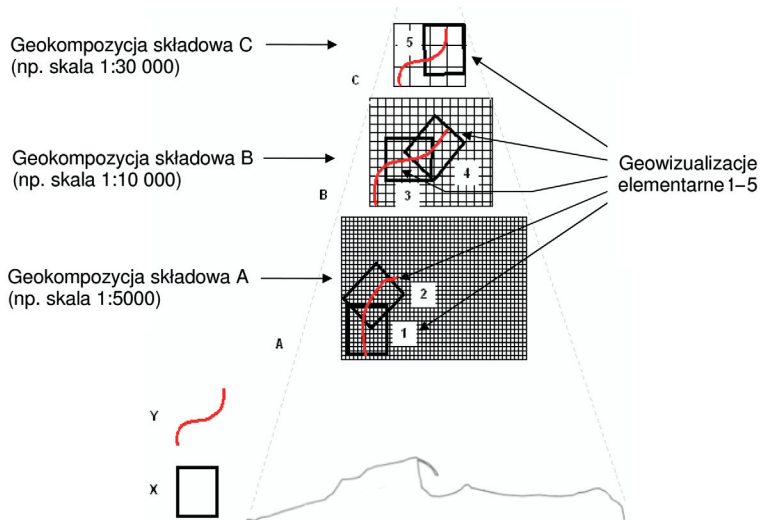
Ryc. 2. Zestaw geokompozycji składowych tworzących jedną spójną geokompozycję (na podstawie wizualizacji z aplikacji Navigo 9)

Fig. 2. A set of geocompositions creating a single, consistent geo-composition (basing on a Navigo 9 visualization)

typu zdarzenia, a następnie określić, które geokompozycje i geokompozycje składowe będą „wywoływane” po ich zaistnieniu, które jednostki przekazu kartograficznego zostaną uwidocznione, ukryte lub „wzmocnione” graficznie podczas wizualizacji. Zdarzenie kartograficzne może wywoływać także kontekstową zmianę treści prezentacji kartograficznej. Przykładami zdarzeń kartograficznych są:

- wybór rodzaju trasy (samochodowa, piesza, rowerowa, wodna),
- wybór rodzaju podróży (turystyka, biznes, dojazd do szkoły/pracy),
- zmiana prędkości użytkownika,

W geokompozycji składowej można wyróżnić część statyczną i dynamiczną. Statyczna część geokompozycji składowej to ustalony, charakterystyczny dla niej standardowy zakres przekazywanych informacji graficznych, dźwiękowych, tekstowych, wideo. Dynamiczną część geokompozycji składowej stanowią elementy, które mogą być automatycznie zmieniane w stosunku do części statycznej poprzez oprogramowanie aplikacyjne, zależnie od kontekstu lokalizacyjnego (określone położenie użytkownika w przestrzeni) lub funkcjonalnego (określona funkcja realizowana przez użytkownika w danym momencie). Zmiana może polegać zarówno na zmianie



Ryc. 3. Geokompozycja jako zestaw geokompozycji składowych „wywołanych” na skutek ruchu użytkownika ze zmienną prędkością (zwiększanie prędkości); A, B, C – geokompozycje składowe, Y – trasa użytkownika, X – okno geowizualizacji, 1, 2, 3, 4, 5 – geowizualizacje elementarne

Fig. 3. Geocomposition as a set of partial geo-compositions generated by user's movement at a changing speed (increasing speed); A, B, C – partial geo-compositions, Y – user's route, X – geo-visualization window, 1, 2, 3, 4, 5 – elementary geo-visualizations

- wjazd w obszar zabudowany,
- wjazd w obszar górski,
- wjazd w obszar leśny,
- wjazd na prom,
- dojazd do punktu docelowego podróży (lub punktu pośredniego),
- uruchomienie funkcji poszukiwania określonej kategorii obiektów Pol,
- uruchomienie funkcji zmiany skali mapy (powiększenie/zmniejszenie obrazu).

grafiki znaków kartograficznych reprezentujących poszczególne obiekty, jak i na zmianie ich położenia, a także na ich dodaniu lub usunięciu z geowizualizacji. Zmiana skali geowizualizacji (wywołana bezpośrednio przez użytkownika lub pośrednio w wyniku np. zmiany prędkości) zwiększa lub zmniejsza jej zasięg przestrzenny, ruch użytkownika powoduje obrazowanie kolejnego obszaru (częściowo pokrywającego się z poprzednim) oraz obrót prezentacji w kierunku

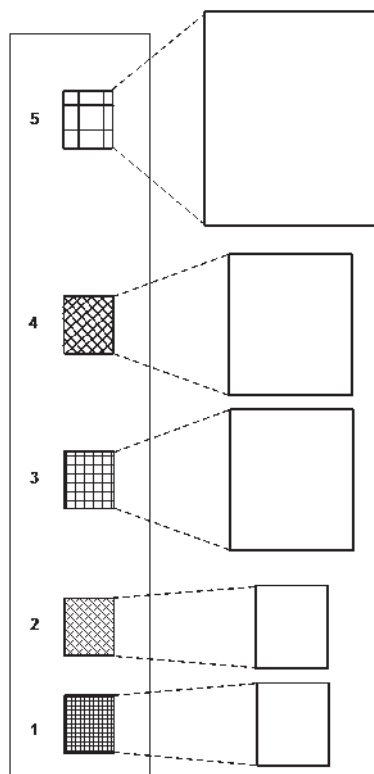
tego ruchu. Za każdym razem będą więc generowane nieco inne, zmieniające się dynamicznie „geowizualizacje elementarne” (ryc. 3).

Zdefiniowanie pojęcia *geowizualizacji elementarnej* wymaga wcześniejszego wprowadzenia pojęcia *okno geowizualizacji*. Jest ono użyteczne w formalnym opisie procesu projektowania mobilnych prezentacji kartograficznych i w tym celu wprowadzone. Przyjęto, że okno geowizualizacji definiowane jest poprzez podanie rozmiaru obrazu (w pikselach), przekątnej fragmentu ekranu (lub całego ekranu), który służy do wizualizacji kartograficznej, oraz rodzaju obrazowania, np. 2-D, 3-D. Okno geowizualizacji wyznacza więc elementarny fragment geokompozycji, jaki może być obserwowany w danym momencie przez użytkownika (ryc. 3). Taki fragment geokompozycji nazywany jest w ramach przedstawianego podejścia *geowizualizacją elementarną*. Okno geowizualizacji może ulegać przesuwaniu i obrotowi, co generuje kolejne geowizualizacje elementarne. Jeżeli wykonane zostanie rzutowanie okna geowizualizacji na powierzchnię odwzorowywaną, to można wyobrazić sobie wyznaczony w terenie ślad, definiujący zasięg *geowizualizacji elementarnej* (ryc. 4). Pojęcie to może być przydatne w sterowaniu różnymi funkcjami aplikacji nawigacyjnej.

Określona geokompozycja może być obserwowana przez wiele różnych okien geowizualizacji, co wynika ze specyfiki aplikacji mobilnych, które są często użytkowane w wielu urządzeniach mobilnych o różnych parametrach ekranów. Przypisanie do danej geokompozycji wybranego zestawu okien wizualizacji pozwala kartografowi projektantowi na ograniczenie grupy urządzeń, na których dana geokompozycja może być udostępniana. Niektóre aplikacje pozwalają także na jednoczesne prezentowanie terenu w dwóch skalach i dwóch trybach jednocześnie (w różnych fragmentach ekranu). Poza zwykłym trybem nawigacyjnym dostępny jest na przykład tryb mapy przeglądowej w mniejszej skali. Prezentacja kartograficzna powinna być więc dostosowana do „oglądania” przez wiele okien geowizualizacji.

Geowizualizacja elementarna nie jest wyznaczana jedynie przez parametry okna geowizualizacji, ale również przez zdarzenia powodujące kontekstową zmianę treści przekazu kartograficznego. Problematyka kontekstowości przekazu kartograficznego została omówiona m.in. w pracach D. Gotliba (2010, 2011). Każdy użytkownik, nawet poruszający się tą samą trasą,

może uzyskać inny obraz tego samego terenu, ponieważ w inny sposób zmienia prędkość, może mieć wybrany inny rodzaj podróży, porusza się o różnej porze dnia i nocy, mieć inaczej zdefiniowane preferencje użytkownika aplikacji.



Ryc. 4. Schematyczna ilustracja zestawu geowizualizacji elementarnych wygenerowanych przez aplikację nawigacyjną podczas ruchu użytkownika w określonym czasie t (zob. ryc. 3). Ilustracja symbolicznie prezentuje zmiany orientacji obrazu i rzeczywistego zasięgu obrazowania wynikające ze zmiany skali prezentacji spowodowanej zmiennością ruchu użytkownika.

Fig. 4. Schematic illustration of a set of elementary geovisualizations generated by a navigational application during user's movement in set time t (see Fig.3); The illustration shows symbolically changes of picture orientation and actual range of visualization resulting from variations of user's movement

Za każdym razem będą więc generowane przez system nieco inne, zmieniające się dynamicznie *geowizualizacje elementarne*. Interwały czasowe, w których generowane są kolejne geowizualizacje, są parametrem aplikacji nawigacyjnej.

Jako najmniejszy podstawowy składnik budujący geokompozycję przyjęto element, który nazywany jest *jednostką przekazu kartograficznego* (JPK). Jednostka przekazu kartograficznego może być odpowiednikiem określonej klasy obiektów ze źródłowej bazy danych (np. odcinek jezdni), wybranej grupy obiektów określonej klasy (budynki o powierzchni większej od 40 m²), grupy obiektów powstałej w wyniku analizy przestrzennej (bankomaty leżące w odległości nie większej niż 200 m od dróg krajowych), a także etykietą wygenerowaną z atrybutów klas w bazie danych (etykiety numeracji autostrad), samodzielny bytem, np. znakiem graficznym symbolizującym poruszający się obiekt (człowiek, samochód, samolot, statek), dźwiękiem wyzwalanym w określonym miejscu przestrzeni (np. komunikat głosowy informujący o zbliżaniu się do przejazdu kolejowego), zapisem wideo (np. film reklamowy hotelu), georeferencyjnym plikiem rastrowym (np. ortofotomapa). Jednostka przekazu kartograficznego może być także generowana dynamicznie na podstawie różnych danych, np. trasa na podstawie geometrii jezdni i ścieżek ruchu pieszego. Dlatego też zaproponowano wyróżnienie następujących typów jednostek przekazu kartograficznego: *geometria*, *raster*, *tekst*, *napis*, *dźwięk*, *wideo*, *specjalna*.

Jednostka typu *geometria* wykorzystywana może być do przedstawiania informacji pochodzących z wektorowych baz danych przestrzennych. Podstawą przekazu informacyjnego jest opis geometryczny obiektów. W ten sposób mogą być reprezentowane w ramach geokompozycji budynki, rzeki, drogi, punkty adresowe itd.

Jednostka typu *raster* może być używana np. do uwidaczniania w geokompozycji wszelkiego rodzaju obrazów rastrowych np. ortofotomap lotniczych lub satelitarnych, zdjęć obiektów (np. atrakcji turystycznych), cieniowania rzeźby terenu lub innych przedstawień opartych o strukturę rastra, np. model rzeźby terenu typu GRID.

Jednostkę typu *tekst* wykorzystuje się w przypadku konieczności wyświetlania opisu trasy przejazdu (np. „Po 100 metrach skręt w prawo, po 800 metrach skręt w lewo, jazda prosto przez 13 km, skręt w lewo i wjazd na parking podziemny”, tekstowych komunikatów nawigacyjnych (np. „Po 2 km zjedź z autostrady, zjazd numer 104”), informacji o wybranych obiektach (np. „Parking czynny do godziny 22.00”). Opis tego typu nie jest umieszczony bezpośrednio na mapie przy

obiekcie (nie jest więc etykietą obiektu) i najczęściej jest wyświetlany w oddzielnym oknie dialogowym. Tekst może mieć charakter ostrzegający, np. informacja o zbliżaniu się do miejsca wykonywania robót drogowych z podaniem rodzaju tych robót, terminu ich wykonywania, sposobu kierowania ruchem i przewidywanego opóźnienia. Mogą to być również teksty reklamowe, informacje opisowe o wybranych obiektach (np. telefony kontaktowe), opisy walorów turystycznych regionów, które mija użytkownik. Może to być również informacja o nazwie mijanej miejscowości lub ulicy albo opis cech portu lub lotniska.

Jednostka przekazu kartograficznego typu *napis* służy definiowaniu sposobu tworzenia etykiet powiązanych z obiektami. Umieszczenie napisu odzwierciedla lokalizację opisywanego obiektu i odnosi się do wybranych jego cech. Napis generowany jest najczęściej na podstawie wartości wybranych atrybutów obiektów.

Jednostka typu *dźwięk* pozwala na projektowanie dźwiękowego przekazu informacyjnego. Przykładem mogą być głosowe komunikaty nawigacyjne informujące o konieczności wykonania skrętu, zawrócenia, o zjechaniu z trasy przejazdu, komunikaty krajoznawcze opisujące wybrane obiekty i ciekawe tereny, komunikaty ostrzegawcze o przeszkodach na drodze (np. dla osób niewidomych), o zbyt niskim pułapie lotu statku powietrznego lub zbliżaniu się do przeszkody wodnej itd.

Jednostka typu *wideo* ma za zadanie uwzględnienie w projekcie geokompozycji obrazu wideo pozyskiwanego w trybie rzeczywistym z kamery powiązanej z urządzeniem mobilnym (coraz częściej dostępna funkcja systemów nawigacyjnych), nagrania wideo przedstawiającego przejazd przez skomplikowane skrzyżowanie, filmu promującego określone miejsce w przestrzeni (np. miasto) itp. Podstawą przekazu informacyjnego jest nagranie wideo.

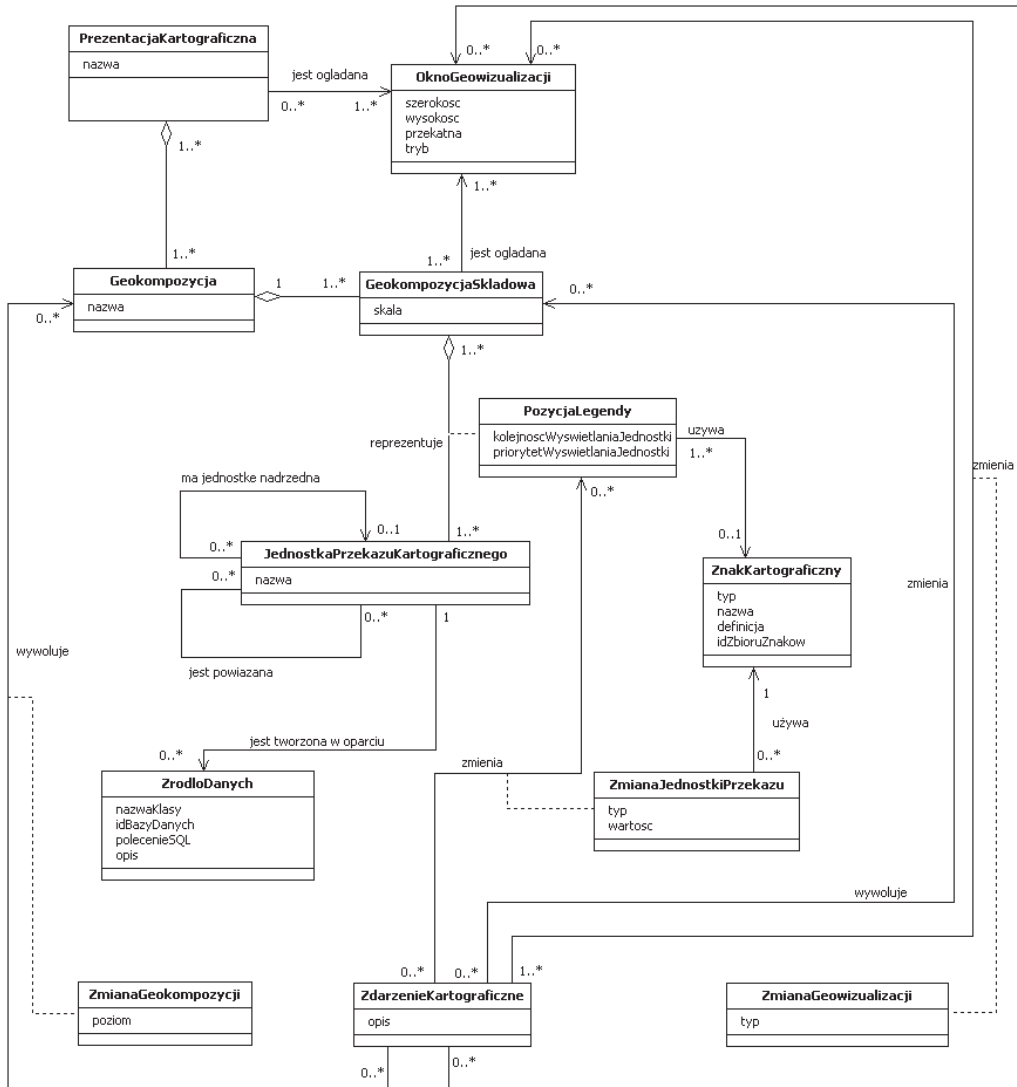
Specjalna jednostka przekazu kartograficznego to jednostka o złożonej strukturze, która nie może być zaklasyfikowana do pozostałych wymienionych typów. Przykładem są elementy graficzne niestanowiące bezpośrednio treści mapy, takie jak schematy nawigacyjne ilustrujące sposób przejazdu przez rondo, ilustracje układu pasów ruchu na skrzyżowaniu, symboliczne odwzorowania drogowych kierunkowych tablic informacyjnych, graficzne symulacje horyzontu, schematy dróg startowych na lotnisku itp.

Wyodrębnionej jednostce przekazu kartograficznego typu *geometria*, *raster*, *tekst* oraz *napis* można przyporządkować odpowiednie symbole kartograficzne. Zakłada się możliwość przypisania odmiennego znaku kartograficznego tej samej jednostce przekazu kartograficznego w ramach różnych geokompozycji składowych.

Jednostki przekazu kartograficznego mogą

tworzyć hierarchię i pozostawać we wzajemnych powiązaniach wymuszających łączną prezentację całych zestawów jednostek (przedstawianie niektórych jednostek przekazu kartograficznego bez innych może nie mieć sensu).

W celu zapewnienia formalnego i jednoznacznego opisu przedstawiony wyżej model zależności został wyrażony w notacji UML (ryc. 5).



Ryc. 5. Diagram klas UML przedstawiający model mobilnej prezentacji kartograficznej (MPK) (D. Gotlib 2011)

Fig. 5. Diagram of UML classes presenting the model of mobile cartographic presentation (MPK) (D. Gotlib 2011)

3. Przykład implementacji modelu mobilnej prezentacji kartograficznej (MPK)

Model MPK może być implementowany na różne sposoby, np. w relacyjnej bazie danych lub w postaci zapisu XML. Poniżej omówiony zostanie przykład (fikcyjny) definicji mobilnej prezentacji kartograficznej zaimplementowany w relacyjnej bazie danych oraz zapisany w postaci XML.

Z przedstawionego na rycinie 6 opisu prezentacji kartograficznej można odczytać, że w jej skład wchodzi cały szereg geokompozycji, w tym między innymi:

- „Nawigacja Standard” (ID=1),
- „Nawigacja Nocna” (ID=3).

Warunki aktywacji tych geokompozycji są definiowane poprzez przypisanie do nich odpowiednich zdarzeń kartograficznych (tabela *ZmianyGeokompozycji_INT*). W analizowanym przykładzie geokompozycja o umownej nazwie „Nawigacja Nocna” zostanie wyświetlona po zajściu zdarzenia „Zachód słońca” (ID=19).

Dla geokompozycji „Nawigacja Standard” projektant określił szereg skalowy: 1:2000, 1:5000, 1:10 000, 1:20 000, 1:50 000, 1:100 000, 1:200 000, 1:500 000, 1:1 000 000, 1:2 000 000, 1:10 000 000 poprzez dodanie 11 rekordów (od ID=1 do ID=11) w tabeli *Geokompozycje-Skladowe*. Dla każdej geokompozycji można przypisać inny właściwy jej szereg skalowy, co zapewnia elastyczność tworzenia prezentacji i jej dostosowywanie do sposobu użytkowania aplikacji nawigacyjnej (jazda samochodem, wędrowka górską, lot szybowcem, przeglądanie mapy itd).

W tak zdefiniowanej geokompozycji zmiana treści, zmiana poziomu generalizacji, zmiana znaków kartograficznych następować będzie po przekroczeniu określonych przez kartografa projektanta progów skalowych. Przekaz kartograficzny ma więc charakter dyskretny. Uruchomienie funkcji zmiany powiększenia w aplikacji nawigacyjnej w zakresie mieszczącym się pomiędzy tymi progami będzie się wiązać jedynie z technicznym pomniejszeniem lub powiększeniem obrazu.

Dla zdefiniowania geokompozycji składowych kluczowe jest przypisanie do nich jednostek przekazu kartograficznego (JPK). Jest to realizowane poprzez wypełnienie odpowiednich rekordów w tabeli *PozycjeLegendy*. W omawianym

przykładzie w przypadku geokompozycji o nazwie „Nawigacja Standard” i geokompozycji składowej w skali 1:2000 są to JPK o identyfikatorach: „1”, „2”, „3”, „4”, „40”, tzn. te, które w polu *Id_GeokompozycjiSk* mają przypisaną wartość „1”. Analogicznie dla skali 1:5000 są to, np. jednostki „1”, „2”. Nazwy jednostek można odczytać z tabeli *JednostkiPrzekazuKartograficznego*: 1 – „Jezdnia autostrady”, 2 – „Jezdnia drogi ekspresowej dwujezdniowej” itd.

Jednostki w podanym przykładzie mają także zdefiniowane zależności hierarchiczne. W tym przypadku do JPK o identyfikatorach „1”, „2”, „3”, „4” przypisana została jednostka nadrzędna o ID=10 („Jezdnia”), a do JPK o identyfikatorze „40” – jednostka nadrzędna o ID=110 („Trasa”).

W tabeli *PozycjeLegendy* zdefiniowano sposób prezentacji tych klas obiektów poprzez przypisanie poszczególnym jednostkom przekazu kartograficznego odpowiednich znaków kartograficznych, np. dla jednostki ID=1 („Jezdnia autostrady”) w ramach geokompozycji składowej o identyfikatorze „1” (skala 1:2000) przypisano znak o ID=1, w ramach geokompozycji składowej o identyfikatorze „9” (skala 1:10 000 000) znak o ID=52. Z kolei dla JPK o identyfikatorze „40” („obliczona trasa samochodowa”) w ramach geokompozycji składowej o identyfikatorze „1” (skala 1:2000) przypisano znak o ID=82. Definicja znaku może być zamieszczona w tabeli *ZnakiKartograficzne* poprzez użycie wybranego formalnego języka (jako wartość atrybutu *Definicja*). Wystarczające jest jednak odwołanie do numeru znaku ze zdefiniowanej zewnętrznie biblioteki znaków, co zapewnia abstrakcyjność rozwiązania i możliwość implementacji przez różnych producentów. Wykorzystanie tabeli *PozycjeLegendy* umożliwia również określenie kolejności wyświetlania obiektów podczas geowizualizacji – dla wymienionych klas dróg przyjęto tę samą wartość „10”, ponieważ w tym przypadku o kolejności wyświetlania decyduje klasyfikacja obiektu wynikająca z zawartości bazy danych (segment w tunelu, na wiadukcie, na powierzchni ziemi). Dla JPK „Obliczona trasa samochodowa” przypisano wyższą wartość atrybutu „KolejnoscWyswietlania”, co oznacza, że trasa powinna być prezentowana ponad znakiem jezdni. Poszczególnym jednostkom przekazu kartograficznego przypisano natomiast inne priorytety wyświetlania (kolumna *Priorytet*), co pozwala w przypadku wystąpienia konfliktów graficznych zdecydować o pierwszeństwie przedstawienia.

W tabeli *ZmianyJednostekPrzekazu_INT* możliwe jest zapisanie informacji definiujących m.in. kontekstowy przekaz kartograficzny. W analizowanym przykładzie zapisano w pierwszym wierszu w tabeli *Zmiany_JednostekPrzekazu_INT* następujące wartości:

- *ID_ZdarzeniaKarto*=3 („Prędkość < 60 km/h),
- *ID_JednostkiKarto*=37 („Opisy Pol”),
- *ID_GeoKompozycjiSkł*=1 („Nawigacja Standard”, skala 1: 2000),
- *ID_TypZmiany*=1 („Aktywacja”).

Należy to odczytać w sposób następujący: przy zmniejszeniu prędkości urządzenia mobilnego poniżej 60 km/h w czasie prezentacji danych w skali 1:2000 system powinien wyświetlić opisy wybranych obiektów należących do kategorii Pol, np. „Centrum Handlowe Arkadia”. W analogiczny sposób podczas projektowania prezentacji kartograficznej definiuje się sposób wyłączenia z geowizualizacji określonych kategorii obiektów, wzmocnienia lub osłabienia graficznego znaków kartograficznych (np. sklepy czynne i nieczynne w danej chwili), zmiany kolejności wyświetlania itd. W wierszach 6 i 7 zapisano w ten sposób wymaganie o zmianie znaków prezentacji JPK na znaki o ID=601 i ID=503 w wyniku zajścia zdarzeń o ID=18 i ID=19. Zmiana ta powinna nastąpić bez względu na to, jakim znakiem była prezentowana wcześniej dana JPK.

Podane przykłady ilustrują jedynie część możliwości definiowania prezentacji kartograficznej. Możliwe jest także m.in. definiowanie sposobu „wyzwalania” dźwięków (np. głosowych komunikatów nawigacyjnych typu „skreć w prawo”, głosowych komunikatów krajoznawczych typu „Przed Tobą Pałac Kultury i Nauki”) i wideo (np. film prezentujący wnętrza mijanego zamku), definiowanie sposobu wyodrębnienia ze źródłowej bazy danych poszczególnych jednostek przekazu kartograficznego, sterowanie generalizacją treści, definiowanie parametrów ekranów, na których dopuszcza się wykorzystywanie prezentacji.

Zapis definicji prezentacji kartograficznej w strukturach relacyjnej bazy danych to jedynie jedna z wielu możliwości implementacji omawianego modelu. W wielu przypadkach dużo wygodniejsze w praktyce może być wykorzystanie języka XML. Przykładowy fragment zapisu definicji prezentacji kartograficznej w formacie XML zgodnie ze specjalnie opracowanym schematem aplikacyjnym (D. Gotlib 2011) przedstawiono poniżej:

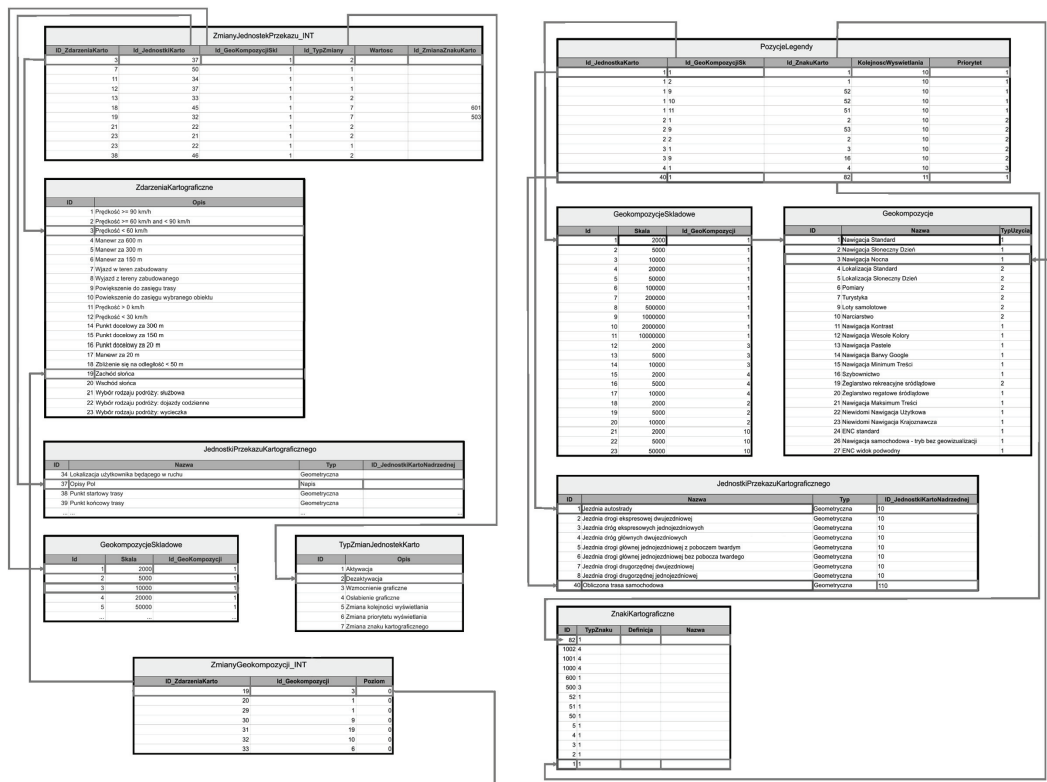
```
<ZbiorEMPK xmlns="http://80.238.103.130/~dg"
xmlns:xlink="http://www.w3.org/1999/xlink"
xmlns:xsi="http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance"
xsi:schemaLocation="http://80.238.103.130/~dg http://80.238.103.130/~dg/MPKSN_PL.xsd">
<EMPK>
<Geokompozycje>
<ID>1</ID>
<Nazwa>Nawigacja Standard</Nazwa>
<TypUzycia>1</TypUzycia>
</Geokompozycje>
<Geokompozycje>
<ID>2</ID>
<Nazwa>Nawigacja Nocna</Nazwa>
<TypUzycia>1</TypUzycia>
</Geokompozycje>
<GeokompozycjeSkadowe>
<ID>1</ID>
<Skala>2000</Skala>
<ID_GeoKompozycji>1</ID_GeoKompozycji>
</GeokompozycjeSkadowe>
<GeokompozycjeSkadowe>
<ID>2</ID>
<Skala>5000</Skala>
<ID_GeoKompozycji>1</ID_GeoKompozycji>
</GeokompozycjeSkadowe>
<JednostkiPrzekazuKartograficznego>
<ID>4</ID>
<Nazwa>Jezdnia drogi głównej dwujezd-
nojezdniowej</Nazwa>
<Typ>Geometryczna</Typ>
<ID_JednostkiKartoNadrzednej>10
</ID_JednostkiKartoNadrzednej>
</JednostkiPrzekazuKartograficznego>
<JednostkiPrzekazuKartograficznego>
<ID>37</ID>
<Nazwa>Opisy POI</Nazwa>
<Typ>Napis</Typ>
</JednostkiPrzekazuKartograficznego>
<JednostkiPrzekazuKartograficznego>
<ID>38</ID>
<Nazwa>Punkt startowy trasy</Nazwa>
<Typ>Geometryczna</Typ>
</JednostkiPrzekazuKartograficznego>
<JednostkiPrzekazuKartograficznego>
<ID>39</ID>
<Nazwa>Punkt końcowy trasy</Nazwa>
<Typ>Geometryczna</Typ>
</JednostkiPrzekazuKartograficznego>
<ZmianyJednostekPrzekazu_INT>
<ID_ZdarzeniaKarto>3</ID_ZdarzeniaKarto>
<ID_JednostkiKarto>37</ID_JednostkiKarto>
```

```

<ID_GeoKompozycjiSkI>1</ID_GeoKom-
pozycjiSkI>
<ID_TypZmiany>2</ID_TypZmiany>
</ZmianyJednostekPrzekazu_INT>
<ZmianyJednostekPrzekazu_INT>
  <ID_ZdarzeniaKarto>7</ID_ZdarzeniaKarto>
  <ID_JednostkiKarto>50</ID_JednostkiKarto>
  <ID_GeoKompozycjiSkI>1</ID_GeoKom-
  pozycjiSkI>
  <ID_TypZmiany>1</ID_TypZmiany>
</ZmianyJednostekPrzekazu_INT>
<ZdarzeniaKartograficzne>
  <ID>3</ID>
  <Opis>Prędkość mniejsza od 60 km/h
  </Opis>
  
```

```

</ZdarzeniaKartograficzne>
<ZdarzeniaKartograficzne>
  <ID>4</ID>
  <Opis>Manewr po 600 m</Opis>
</ZdarzeniaKartograficzne>
<TypZmianJednostekKarto>
  <ID>1</ID>
  <Opis>Aktywacja</Opis>
</TypZmianJednostekKarto>
<TypZmianJednostekKarto>
  <ID>2</ID>
  <Opis>Dezaktywacja</Opis>
</TypZmianJednostekKarto>
</EMPK>
</ZbiorEMPK>
  
```



Ryc. 6. Przykład (fikcyjny) fragmentu definicji mobilnego przekazu kartograficznego zapisany w postaci relacyjnej bazy danych (na podstawie D. Gotlib 2011)

Fig. 6. Fictional example of a fragment of definition of a mobile cartographic communication recorded as a relational database (D. Gotlib 2011)

5. Podsumowanie

Proces projektowania przekazu kartograficznego na potrzeby poszczególnych aplikacji nawigacyjnych i lokalizacyjnych konkretnych producentów odbywa się obecnie prawie wyłącznie w „zamkniętych” laboratoriach, a wypracowane w ten sposób prezentacje kartograficzne nie mogą być wykorzystywane w innych aplikacjach. Architekt może opisać swój projekt budowlany zgodnie z odpowiednimi normami budowlanymi w powszechnie akceptowanych formatach CAD. Czy kartograf nie powinien mieć podobnych możliwości? Wykorzystanie modelu mobilnej prezentacji kartograficznej (MPK) pozwala na

zwiększenie otwartości procesu projektowania prezentacji kartograficznej, umożliwia jej udokumentowanie, a także ułatwia wygodne współtworzenie złożonych prezentacji kartograficznych przez duże zespoły kartografów.

O ile metody tworzenia formalnych modeli pojęciowych baz danych geograficznych są powszechnie znane i stosowane w praktyce, o tyle formalizacja modelowania prezentacji kartograficznej jest nową propozycją. Upowszechnienie tej idei nie jest jednak możliwe bez opracowania odpowiedniego oprogramowania kartograficznego wspomagającego ten proces oraz zaakceptowania opisanego (lub podobnego) rozwiązania jako standardu przez producentów aplikacji nawigacyjnych i lokalizacyjnych.

Literatura

- Gotlib D., 2010, *Kontekstowość przekazu kartograficznego w aplikacjach nawigacyjnych i lokalizacyjnych*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 42, nr 2, s. 105–112.
- Gotlib D., 2011, *Metodyka prezentacji kartograficznych w mobilnych systemach lokalizacyjnych i nawigacyjnych*. „Prace Naukowe Politechniki Warszawskiej – Geodezja”, z. 48.

- Kozieł Z., 2001, *Geokompozycje jako ujęcia wideograficzne*. „Polski Przegl. Kartogr.” T. 33, nr 4, s. 315–327.
- Kozieł Z., 2003, *Geokompozycyjno-wizualizacyjne aspekty modelowania rzeźby terenu wobec współczesnych procedur pozyskiwania i przetwarzania danych*. „Rozprawy habilitacyjne”, Toruń: Uniwersytet Mikołaja Kopernika.

Model of Mobile Cartographic Presentation

Summary

Keywords: cartographic methods, geovisualization, mobile GIS, mobile cartography, LBS, GPS navigation

Complexity of mobile cartographic communication (communication used in mobile applications, mostly navigational or localizational) and various ways of using it require attempts to formalize the process of its development. Formalization demands ontological discussion and acceptance of a certain model of cartographic presentation. Formalization of the design process may allow for such creation of cartographic presentation which would make it independent of particular technologies used by manufacturers of navigational and localizational applications. The final product can be not a particular geovisualization for a particular producer, but rather a cartographic presentation ready to be used in different applications.

The article presents main assumptions and features of the model of mobile cartographic presentation (MPK). This model forms a basic element of the methodology of cartographic presentation design for navigational and localizational applications, as suggested in the author's work (D.Gotlib 2011). The model is created during the process of design of cartographic presenta-

tion and is capable of directing cartographic communication in any navigational application (if it is enabled by the producer). MPK model is a derivative of a conceptual data model, but it is not a model of data itself, but a model of its presentation to the reader (it is therefore a meta-model). MPK model bases on a number of new terms which can establish a basis of the ontology of mobile cartographic communication: cartographic communication unit, partial geocomposition, elementary geocomposition, geovisualization window, cartographic event and was presented in the form of a UML class diagram. Through implementation examples (using the structure of relational database) its features and modeling concept were revealed.

Application of the model of mobile cartographic presentation (MPK) allows for better openness of the process of cartographic presentation design and, to a certain extent, makes it independent of the production process of the application itself. It also facilitates documentation of cartographic presentation and collaboration of large teams of cartographers on complex cartographic presentations.

Translated by M. Horodyski