

## ZARYS KONCEPCJI TRÓJWYMIAROWEJ WIELOROZDZIELCZEJ BAZY TOPOGRAFICZNEJ

### AN OUTLINE OF A CONCEPT FOR THREE-DIMENSIONAL MULTIRESOLUTION TOPOGRAPHIC DATABASE

Urszula Cisło

Katedra Geoinformacji, Fotogrametrii i Teledetekcji Środowiska,  
Akademia Górniczo-Hutnicza w Krakowie

SŁOWA KLUCZOWE: baza danych topograficznych, baza wielorozdzielcza, dane 3D, systematyka, CityGML

STRESZCZENIE: W obecnej postaci Baza Danych Topograficznych (TBD) zakłada prowadzenie dwuwymiarowej, płaskiej bazy danych wektorowych i rastrowych. Natomiast w niniejszym artykule została zaproponowana koncepcja trójwymiarowej wielorozdzielczej bazy danych topograficznych (TBD 3D), która może stanowić dodatkowy moduł TBD umożliwiający trójwymiarową wizualizację oraz analizy przestrzenne. W tym celu dokonano wstępnej systematyki wybranych obiektów, które będą przedstawiane w trzech wymiarach. Obiekty TBD 3D zostały podzielone na dwie główne grupy: pozyskiwane jako 3D, dla których informacja o trzecim wymiarze będzie pozyskana z danych ewidencyjnych (ilość kondygnacji), stereodigitalizacji lub z danych lidarowych oraz pozyskiwane w wyniku superpozycji danych dwuwymiarowych z numerycznym modelem rzeźby terenu. Ponadto, ponieważ TBD 3D przewidywana jest jako baza wielorozdzielcza, został zaproponowany podział na 3 poziomy szczegółowości (LoD). Wybrane obiekty zostały przydzielone do poszczególnych LoD.

#### 1. WPROWADZENIE

W Polsce od 2003r. powstaje baza o zasięgu krajowym o urzędowej nazwie Baza Danych Topograficznych (TBD), która ma stanowić spójny i kompletny w skali kraju zbiór danych referencyjnych dostępnych w zasobie geodezyjnym i kartograficznym, wykorzystywany do zasilania systemów informacji geograficznej (GIS), systemów produkcji map, a także cyfrowych opracowań tematycznych (GUGiK, 2008). W obecnej postaci TBD zakłada prowadzenie dwuwymiarowej, płaskiej bazy danych wektorowych i rastrowych zasilającej aktualnymi, wysokiej jakości danymi topograficznymi specjalistyczne urzędowe systemy informacji przestrzennej (np. systemy wspomagania służb ratowniczych, planowania przestrzennego, ochrony środowiska, itd.).

Jednak dwuwymiarowy sposób przekazu wywodzący się z kartografii, oddzielający informację sytuacyjną od wysokościowej, jest dla człowieka mniej oczywisty niż model trójwymiarowy, który odzwierciedla ludzką percepcję rzeczywistości. Dlatego też, wykorzystując postęp technologiczny zarówno w zakresie pozyskiwania i przetwarzania danych przestrzennych, systemy informacji geograficznej rozwijane są w kierunku trzeciego wymiaru (GIS 3D) (Stoter, 2003). Systemy GIS 3D

mają być wolne od ograniczeń w stosowanych obecnie w GIS strukturach danych, określanych jako 2.5D lub 2+1D, które utrudniają lub wręcz uniemożliwiają pełne i dokładne analizy przestrzenne, szczególnie w obszarach miejskich (Apel, 2006). GIS 3D to system, który miałby możliwość pozyskania, modelowania, prezentowania, zarządzania, manipulowania i analizowania trójwymiarowymi danymi geograficznymi. Tak zorganizowane dane mogą stanowić punkt wyjścia do budowy systemów informacji przestrzennej dla różnych instytucji rządowych i samorządowych oraz w systemach budowanych w sektorze prywatnym.

Obecnie najbliższym GIS 3D jest, rozwijany od 2003r., projekt trójwymiarowego miasta Berlina, stanowiący połączenie dwu- i trój-wymiarowych danych geoprzestrzennych. Model 3D Berlina oparty jest na City Geography Markup Language (CityGML), będącym schematem aplikacyjnym międzynarodowego standardu dla geoinformacji – Geography Markup Language 3 (GML3), przeznaczonym do modelowania miasta 3D (Kolbe *et al.*, 2006). CityGML w sierpniu 2008r. uzyskał status OpenGIS® Encoding Standard (OGC, 2008).

W niniejszym referacie zostanie zaproponowana koncepcja trójwymiarowej wielorozdzielczej bazy danych topograficznych (TBD 3D), która może stanowić dodatkowy moduł TBD umożliwiający trójwymiarową wizualizację oraz analizy przestrzenne. W tym celu przedstawiona będzie wstępna systematyka obiektów, które w TBD 3D będą istniały w trzech wymiarach. Ponadto w TBD 3D wybrane obiekty przedstawiane będą jako wielorozdzielcze.

## 2. BAZA DANYCH TOPOGRAFICZNYCH (TBD)

Baza Danych Topograficznych (TBD) charakteryzuje się podobnym jak w innych państwach europejskich (np. ATKIS, Master Map, SCN10K Carta de Portugal, TOP10DK) poziomem dokładności i szczegółowości - 1:10 000 (Bac-Bronowicz *et al.*, 2007). Obecnie prowadzone są różne badania wykonywane w ramach realizowanego przez Uniwersytet Przyrodniczy (dawniej AR) we Wrocławiu projektu celowego (Projekt 6T122005C/06552, 2008) finansowanego przez MEN i GUGiK (Bac-Bronowicz, 2006). Zadaniem badawczym tego projektu jest m.in. opracowanie koncepcji wielorozdzielczej bazy referencyjnej, sprawdzenie możliwości koherencji jej komponentów, czy generalizacji danych sytuacyjnych i wysokościowych.

W TBD dane zorganizowane są w dwa zasoby: zasób podstawowy oraz zasób kartograficzny. Przy czym zasób podstawowy TBD stanowią trzy główne bazy składowe (komponenty) (GUGiK, 2008):

- wektorowa baza danych topograficznych (komponent TOPO),
- baza numerycznego modelu rzeźby terenu (komponent NMT),
- baza ortofotomap (komponent ORTOFOTO).

Komponent TOPO stanowią dane wektorowe będące danymi pomiarowymi, niezniekształconymi w wyniku zabiegów redakcyjnych związanych z prezentacjami kartograficznymi, obciążone jedynie generalizacją pierwotną danych wynikającą z metod pomiaru i przyjętego modelu pojęciowego danych (GUGiK, 2008). Dane zorganizowane są zgodnie z relacyjnym modelem danych jako baza typu DLM (*Digital Landscape Model*). Oczywiście w bazie tej zachowane są niezbędne w analizach

przestrzennych relacje topologiczne między obiektami. W komponencie TOPO można znaleźć najważniejsze obiekty, m.in. sieci dróg, kolei i cieków wodnych, budowle i urządzenia im towarzyszące, kompleksy pokrycia terenu, kompleksy użytkowania terenu, jednostki podziału terytorialnego, osnowa geodezyjna i fotogrametryczna i inne.

Podstawą komponentu NMT i ORTOFOTO są dane opracowane na podstawie barwnych zdjęć lotniczych w skali 1:26 000. Oba komponenty opracowywane są w zasięgu odpowiadającym arkuszom map topograficznych z marginesem 250 m (GUGiK, 2008).

Natomiast zasób kartograficzny zorganizowany zgodnie z kartograficznym modelem danych DCM (*Digital Cartographic Model*) stanowi tzw. mapa topograficzna 1:10 000 w standardzie TBD (GUGiK, 2008).

Podstawowym źródłem pozyskania danych geometrycznych TBD są zdjęcia lotnicze i ich pochodne, wywiad terenowy oraz dane z baz danych opracowań wielkoskalowych (mapa zasadnicza, mapa ewidencyjna).

### **3. KONCEPCJA TRÓJWYMIAROWEJ WIELOROZDZIELCZEJ BAZY DANYCH TOPOGRAFICZNYCH (TBD 3D)**

W obecnej postaci Baza Danych Topograficznych (TBD) zakłada prowadzenie dwuwymiarowej, płaskiej bazy danych wektorowych i rastrowych. Natomiast w niniejszym artykule zostanie zaproponowana koncepcja trójwymiarowej wielorozdzielczej bazy danych topograficznych (TBD 3D), która może stanowić dodatkowy moduł TBD umożliwiający trójwymiarową wizualizację oraz analizy przestrzenne. W tym celu konieczne jest usystematyzowanie obiektów, które w TBD 3D będą istniały w trzech wymiarach. W planowanym systemie TBD 3D przewiduje się wstępny podział obiektów na dwie główne grupy. Pierwsza składa się z obiektów, które będą przedstawiane w swej rzeczywistej postaci lub za pomocą symboli 3D. Dla obiektów w postaci rzeczywistej (np. budynki) informacja o trzecim wymiarze będzie pozyskana z danych ewidencyjnych (ilość kondygnacji), stereo digitalizacji lub z danych lidarowych. Pozostała część obiektów w tej grupie będzie reprezentowana przez symbole o zmiennej lub stałej, znanej (np. z pomiaru) lub arbitralnie zadanej wysokości. Drugą grupę utworzą obiekty, które uzyskają trzeci wymiar w wyniku superpozycji danych dwuwymiarowych z numerycznym modelem rzeźby terenu (sieć dróg, kolei i cieków wodnych, kompleksy użytkowania terenu, tereny chronione, elementy rzeźby terenu). Dodatkowo w TBD 3D w trzech wymiarach pozyskane będą jednostki podziału terytorialnego oraz osnowa geodezyjna i fotogrametryczna.

Aby w bazie danych 3D możliwa była nie tylko wizualizacja, ale również analizy przestrzenne, dane muszą być odpowiednio zorganizowane w bazie. W TBD 3D planowane jest wykorzystanie, geometryczno-topologicznego modelu danych (Kolbe et al., 2003), zgodnego z modelem B-Rep (*Boundary Representation*) (Foley, 2001). W takim modelu dla każdego wymiaru istnieje odpowiedni geometryczno-topologiczny prymityw: zero-wymiarowy obiekt to węzeł (*node*), jedno-wymiarowa jest krawędź (*edge*), dwu-wymiarowa - ściana (*face*) i trój-wymiarowa bryła (*solid*). Bryła ograniczona jest przez ściany, ściany przez krawędzie, a krawędzie przez węzły, przy czym krawędź musi być linią prostą, a ściana musi być płaska. Ważne jest również to, by wnętrza prymitywów były rozłączne i jeśli dwa prymitywy się dotykają, to wspólna

granica musi być prymitywem niższego wymiaru. Dzięki temu ograniczeniu została zapewniona przejrzysta topologia bez żadnej nadmiarowości (Cisło, 2007).

W TBD 3D przewidywane jest także połączenie modelu pogładowego i znakowego (Głazewski, 2006), gdzie model znakowy (kartograficzny) przekazuje informację o obiektach (zjawiskach) za pomocą ustalonych konwencji graficznych, które są tu nośnikami informacji geograficznej. Jest on zredagowany i dostosowany do zasad percepcji. W postaci modelu znakowego będą przedstawione m.in.: sieci dróg, kolei i cieków, budowle i urządzenia, kompleksy użytkowania terenu, czy osnowa geodezyjna i fotogrametryczna. Natomiast model pogładowy (pozaznakowy) przekazuje wygląd obszaru zarejestrowany w sposób automatyczny (rejestracja fotograficzna, ortofotomapa). Taki model przedstawiony w odpowiednio dużej skali komunikatywnie przekazuje informacje o sposobie pokrycia terenu.

Ponadto TBD 3D planowana jest jako wielorozdzielcza trójwymiarowa baza dla wybranych obiektów 3D tak, by możliwe było, w razie takiego życzenia użytkowników, pokazanie terenu i obiektów 3D, a w szczególności budynków, w różnym stopniu szczegółowości. Obiekty te będą zorganizowane w 3 poziomach szczegółowości – LoD (*Level of Detail*), które zostały omówione w rozdziale 3.2.

### 3.1. Wstępna systematyka wybranych obiektów TBD 3D

Wstępna systematyka wybranych obiektów trójwymiarowej wielorozdzielczej topograficznej bazy danych zakłada podział na dwie główne grupy. Pierwszą z nich tworzą 73 obiekty pozyskiwane jako 3D (Tabela 2), które będą przedstawiane w swej rzeczywistej postaci (21 obiektów) lub za pomocą symboli 3D (52 obiekty). Dla obiektów w postaci rzeczywistej informacja o trzecim wymiarze będzie pozyskana z danych ewidencyjnych (ilość kondygnacji), stereodigitalizacji lub z danych lidarowych. Pozostała część obiektów w tej grupie będzie reprezentowana przez symbole 3D o zmiennej lub stałej, znanej (np. z pomiaru) lub arbitralnie zadanej wysokości (Tabela 1). Grupa ta stanowi 38% wszystkich obiektów przewidzianych w TBD 3D. Natomiast drugą, liczniejszą grupę stanowią 166 obiekty (Tabela 2), które uzyskają trzeci wymiar w wyniku superpozycji danych dwuwymiarowych z numerycznym modelem rzeźby terenu (m.in. sieć dróg, kolei i cieków wodnych, kompleksy użytkowania terenu, tereny chronione). Grupa ta stanowi 84% wszystkich obiektów przewidzianych w TBD 3D, przy czym 22% obiektów w tej grupie posiada również swoją reprezentację w grupie pierwszej. Związane jest to z wielorozdzielczością projektowanej bazy TBD 3D, w której część obiektów (22%) będzie przedstawiana w dwóch postaciach, w zależności od poziomu szczegółowości. Powyższa systematyka nie obejmuje 33 obiektów należących do klasy „Kompleksy pokrycia terenu”, która zgodnie z koncepcją TBD 3D przedstawiona będzie za pomocą ortofotomapy (model pogładowy). Ponadto poza przedstawioną systematyką znalazły się 3 obiekty „Budowle ziemne”, które powinny być zintegrowane z NMT. Jest to konieczne ze względu na planowane trójwymiarowe przedstawianie takich obiektów jak tunel, przepust czy przejście podziemne. W TBD 3D ilość obiektów została ograniczona na 3 poziomie do 197, czyli o 15% w stosunku do TBD w obecnej postaci, która na 3 poziomie przewiduje 232 obiekty. Fragment wstępnej systematyki wybranych obiektów TBD 3D został przedstawiony w Tabeli 1.

Tabela 1. Wstępna systematyka obiektów TBD 3D - obiekty pozyskiwane jako 3D (fragment)

Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3	LoD
<b>OBIEKTY 3D PRZEDSAWIONE W POSTACI RZECZYWISTEJ (Z POMIARU, EWIDENCJI)</b>			
Budowle i urządzenia	Budynki	Wszystkie przewidziane budynki	1-2
	Budowle mostowe	Most, wiadukt, estakada	1-2
	Budowle hydrotechniczne	Zapora	1-2
	Budowle sportowe	Skocznia narciarska	1-2
		Stadion	1-2
	Wysokie budowle techniczne	Komin	1-2
		Chłodnia kominowa	1-2
	Umocnienia drogowe lub kolejowe	Peron, rampa	1-2
	Ogrodzenia	Mur historyczny	1-2
Inne budowle	Trybuny dla widzów	1-2	
	Estrada	1-2	
<b>OBIEKTY 3D PRZEDSTAWIONE ZA POMOCĄ SYMBOLU 3D O ZNANEJ WYSOKOŚCI</b>			
Budowle i urządzenia	Wysokie budowle techniczne	Wieża ciśnień	2
		Maszt telekomunikacyjny	2
		Maszt oświetleniowy	2
		Turbina wiatrowa	2
		Wieża szybu kopalnianego	2
		Dźwigar	2
		Inna budowla wysoka	2
	Umocnienia wodne	Ściana oporowa przy wodzie	2
	Ogrodzenia	Ogrodzenie trwałe	2
	Urządzenia transportowe	Kolej linowa	2
Wyciąg narciarski		2	
Inne urządzenia techniczne	Szyb naftowy, gazowy	2	
<b>OBIEKTY 3D PRZEDSTAWIONE ZA POMOCĄ SYMBOLU 3D O ZADANEJ WYSOKOŚCI, GŁĘBOKOŚCI</b>			
Budowle i urządzenia	Budowle mostowe	Tunel	1-2
		Przejście podziemne	1-2
		Kładka dla pieszych	1-2
		Przepust	1-2
Sieci uzbrojenia terenu	Odcinki linii elektroenergetycznych	Linia elektroenergetyczna dźwigarach	2
		Linia elektroenergetyczna na słupach	2
	Odcinki linii telekomunikacyjnych	Linia telekomunikacyjna (telefoniczna, telegraficzna)	2
	Odcinki przewodów rurowych	Wszystkie przewidziane przewody	1-2
<b>OBIEKTY 3D PRZEDSTAWIONE ZA POMOCĄ SYMBOLU 3D</b>			
Budowle i urządzenia	Zbiorniki techniczne	Zbiornik materiałów stałych	2
		Zbiornik materiałów płynnych lub gazu	2
	Inne urządzenia techniczne	Stacja meteorologiczna	2
		Zespół dystrybutorów paliwa	2
		Zespół urządzeń terminalu ropy naftowej	2
Obiekty inne	Obiekty przyrodnicze	Drzewo	2
		Odosobniona skała	2
		Głaz narzutowy	2
	Obiekty związane z komunikacją	Wszystkie obiekty związane z komunikacją	2
	Obiekty o znaczeniu orientacyjnym	Wszystkie obiekty o znaczeniu orientacyjnym za	2

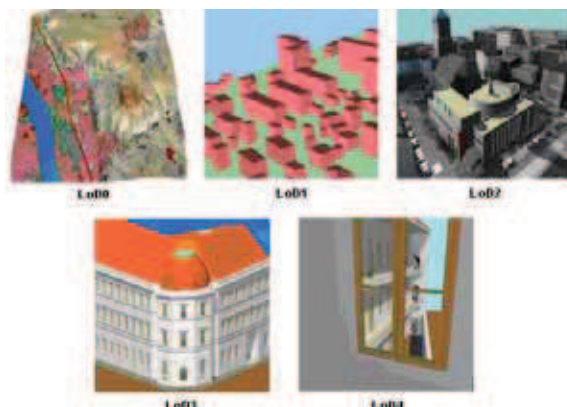
Tabela 2. Ilościowe przedstawienie wstępnej systematyki obiektów TBD 3D

L.p.	Grupa obiektów		liczba obiektów w grupie					
			LoD1		LoD2		LoD1-2	
1	pozyskana jako 3D	przedstawione jako rzeczywiste obiekty 3D	0	-----	0	-----	21	11%
		przedstawione za pomocą symbolu 3D o znanej wysokości	0	-----	12	6%	0	-----
		przedstawione za pomocą symbolu 3D o zadanej wysokości, głębokości	0	-----	3	2%	10	5%
		przedstawione za pomocą symbolu 3D o stałej wysokości	0	-----	28	14%	0	-----
2	pozyskana z superpozycji danych 2D z NMT		43	22%	0	-----	123	62%
<b>Razem:</b>			<b>197</b>					

### 3.2. Wielorozdzielczość TBD 3D

Obiekty w wielorozdzielczej trójwymiarowej bazie danych topograficznych zorganizowane będą w 3 poziomach szczegółowości - LoD (*Level of Detail*), dzięki czemu możliwe będzie prezentowanie ich w formie prostych, nieskalowanych modeli bez topologii i z niewielką semantyką, jak i w formie złożonych wieloskalowych modeli z pełną topologią i szczegółową semantyką. Wykorzystane tutaj zostały poziomy szczegółowości obiektów z CityGML, schematu aplikacyjnego międzynarodowego standardu Geography Markup Language (GML), będącego standardem OpenGIS® dedykowanym modelowaniu miasta 3D (rys. 1):

- LoD0 (model regionalny): ogólna prezentacja modelu regionu,
- LoD1 (model blokowy): budynki przedstawione są jako proste bloki ze zgeneralizowaną geometrią,
- LoD2 (model geometryczny): budynki przedstawione są z teksturami o zaznaczonym kształcie dachów,



Rys. 1. Poziomy szczegółowości (LoD) w CityGML (OGC, 2008)



W TBD 3D w najprostszym modelu o najniższym stopniu szczegółowości (LoD0) przedstawiany będzie numeryczny model rzeźby terenu wraz z nałożoną na niego ortofotomapą. W bardziej szczegółowym poziomie (LoD1) oprócz NMT i ortofotomapy przedstawione będą trójwymiarowe (superpozycja danych 2D z NMT) sieci cieków, dróg i kolei, sieci uzbrojenia terenu, podziały terytorialne, kompleksy użytkowania terenu, inne obiekty topograficzne oraz budowle i urządzenia, gdzie budynki przedstawione będą w sposób zgeneralizowany (model blokowy, z płaskim dachem). W najbardziej szczegółowym poziomie (LoD2) budynki będą posiadały zróżnicowane dachy oraz będą pokryte teksturą. Opcjonalnie będzie również możliwe na tym poziomie szczegółowości przedstawienie niektórych obiektów (np. pojedynczych drzew, wysokich budowli technicznych, czy obiektów związanych z komunikacją) za pomocą symboli 3D (Tabela 1). Oprócz budynków w TBD 3D przewidziane są 43 obiekty, które będą miały dwojaką reprezentację: na poziomie LoD1 – symbol 2D na NMT, a na poziomie LoD2 – symbol 3D. Jak wspomniano w podrozdziale 3.2 obiekty przedstawiane w dwóch postaciach stanowią 22% wszystkich obiektów przewidzianych w TBD 3D (Tabela 2).

Dla przyszłościowych, lokalnych rozwiązań, gdy będzie konieczne przedstawienie jeszcze bardziej szczegółowe wybranych obiektów, istnieje możliwość rozwinięcia TBD 3D o kolejne dwa poziomy szczegółowości (rys. 1):

- LoD3 (model architektoniczny): budynki przedstawione ze wszystkimi szczegółami architektonicznymi (drzwi, okna, balkony, kominy, gzymsy, okna mansardowe) i pokryte wysokiej rozdzielczości teksturami,
- LoD4 (model wnętrza): budynki przedstawione są tak jak w LoD3 wraz ze strukturą wnętrza (pokoje, meble, schody wewnętrzne, itp.) i przedmiotami znajdującymi się w środku.

#### 4. PODSUMOWANIE

W ramach proponowanej koncepcji trójwymiarowej wielorozdzielczej bazy danych topograficznych (TBD 3D) dokonano wstępnej systematyki wybranych obiektów, które będą przedstawiane w trzech wymiarach. Dokonano podziału obiektów na dwie główne grupy: pozyskiwane jako 3D oraz pozyskiwane w wyniku superpozycji danych dwuwymiarowych z numerycznym modelem rzeźby terenu. Dodatkowo w ramach pierwszej grupy wyróżniono obiekty, które będą przedstawiane w swej rzeczywistej postaci oraz obiekty przedstawiane za pomocą symboli 3D. Dla obiektów w postaci rzeczywistej informacja o trzecim wymiarze będzie pozyskana z danych ewidencyjnych (ilość kondygnacji), stereodigitalizacji lub z danych lidarowych. Pozostała część obiektów w tej grupie będzie reprezentowana przez symbole 3D o zmiennej lub stałej wysokości. Dla części obiektów w tej podgrupie informacja o wysokości pozyskana będzie z pomiaru lub, jeżeli pomiar nie będzie możliwy do wykonania, wysokość danego obiektu zostanie przyjęta arbitralnie. Ponadto, ponieważ TBD 3D przewidywana jest jako baza wielorozdzielcza, został zaproponowany podział na 3 poziomy szczegółowości (LoD). Wybrane obiekty zostały przydzielone do poszczególnych LoD.

W związku z przedstawieniem w TBD 3D niektórych obiektów za pomocą symboli 3D, w dalszych badaniach przewiduje się stworzenie odpowiedniej biblioteki symboli. Zostanie również zbadana możliwość wykorzystania w TBD 3D tzw. uniwersalnego modelu NMT (Olszewski *et al.*, 2007), który pozwala na pełniejsze wykorzystanie danych wysokościowych w pozostałych komponentach TBD i może stanowić fundament

bazy źródłowej obiektów wysokościowych w wielorozdzielczej bazie danych. Ponieważ TBD zakłada niezależność od konkretnego oprogramowania komercyjnego, a zakres pojęciowy CityGML ograniczony jest do modelowania obiektów jakie można znaleźć na terenie miast, istnieje konieczność implementacji standardu GML3 dla pozostałych obiektów przewidzianych w TBD.

## 5. LITERATURA

Apel M., 2006. From 3d geomodelling systems towards 3d geoscience information systems: Data model, query functionality, and data management. *Computers & Geosciences* vol. 32, s. 222-229.

Bac-Bronowicz J., Bielecka E., Dukaczewski D., 2007. Zakres informacyjny baz danych topograficznych w Europie. *Acta Sci. Pol., Geodesia et Descriptio Terrarum*, 6(2), s. 41-50.

Bac-Bronowicz J., 2006. Integracja baz danych przestrzennych dostępnych w zasobie geodezyjnym i kartograficznym. <http://www.gislab.ar.wroc.pl/projektwbdt/publikacje/>.

Cisło U., 2007. Standaryzacja zapisu geoinformacji 3D, *Geomatics and Environmental Engineering*, Vol.1, No.3, s. 89-104.

Foley J.D., 2001. *Wprowadzenie do grafiki komputerowej*. Wydawnictwo Naukowo-Techniczne, Warszawa.

Głazewski A., 2006. Modele rzeczywistości geograficznej a modele danych przestrzennych. I Ogólnopolskie Seminarium pt., „Wybrane problemy generalizacji kartograficznej”, Kraków 19 maja 2006r.

Główny Urząd Geodezji i Kartografii, 2008. Wytyczne techniczne Baza Danych Topograficznych (TBD). Warszawa maj 2008.

Kolbe T.H., Bacharach S., 2006. CityGML: An Open Standard for 3D City Models. *Directions Magazine*, 3 lipiec 2006, [www.directionsmag.com](http://www.directionsmag.com).

Olszewski R., Buczek A., 2007. Studium możliwości koherencji komponentów TOPO i NMT bazy danych topograficznych, *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol.17, s. 549-557.

Open Geospatial Consortium, 2008: <http://www.opengeospatial.org>.

Open Geospatial Consortium, 2008. OpenGIS® City Geography Markup Language (CityGML) Encoding Standard.

Projekt 6T122005C/06552, 2008. Metodyka i procedury integracji, wizualizacji, generalizacji i standaryzacji baz danych referencyjnych dostępnych w zasobie geodezyjnym i kartograficznym oraz ich wykorzystania do budowy baz danych tematycznych. <http://www.gislab.ar.wroc.pl/projektwbdt/index.html>.

Stoter J., Zlatanova S., 2003. 3D GIS where are we standing?, Joint Workshop on Spatial, Temporal and Multi-Dimensional Data Modelling and Analysis, Quebec.



## **AN OUTLINE OF A CONCEPT FOR THREE-DIMENSIONAL MULTIRESOLUTION TOPOGRAPHIC DATABASE**

KEY WORDS: topographic database, multiresolution database, 3D data, systematics, CityGML

### **Summary**

In its present form, the Topographic Database (TBD) under development in Poland assumes a two-dimensional, flat vector and raster database. In contrast, this paper outlines a concept for a three-dimensional multiresolution topographic database (TBD 3D). The TBD 3D is intended to be an additional module in the current TBD for three-dimensional visualization or spatial analysis. To this end, a preliminary classification of selected TBD 3D objects was carried out. The objects were divided into two main groups. The first group consists of objects which will be procured in 3D. The objects will be presented in two forms: as true objects (e.g., buildings) or as 3D symbols. In TBD 3D, information about three dimensions of the true objects will be collected from the Land and Buildings Cadastre (number of floors), by stereodigitizing or from LIDAR data. Those objects represented by 3D symbols are divided into three sub-groups: the objects represented by 3D symbols with known (e.g., from surveying) height, the objects represented by 3D symbols with arbitrarily established height, and the objects represented by simple 3D symbols. The other group consists of objects the three dimensionality of which resulted from the superposition of 2D data onto a digital terrain model (e.g., roads, trains, watercourses, land use).

In addition, TBD 3D is intended to be a multiresolution database. In TBD 3D, objects are organized at 3 different Levels of Detail (LoD) where objects become more detailed with increasing LoD, both in geometry and thematic differentiation. As in OpenGIS CityGML Encoding Standard the coarsest level LoD0 is essentially the Digital Terrain Model onto which an orthophotomap is draped. LoD1 is the block model comprising prismatic buildings with flat roofs and other objects (e.g., roads, watercourses, land use) draped on the DTM and orthophotomap. In contrast, a building in LoD2 has differentiated roof structures and textures. Single features may also be represented by 3D symbols (e.g. plants, bus stops, traffic lights). For the future development, more detailed Levels of Detail were proposed, e.g., architectural objects with detailed wall and roof structures, balconies, bays and projections in LoD3. In addition, high-resolution textures can be mapped onto these structures. Other components of a LoD3 model include details of plant cover and transportation objects. The most detailed Level of Detail, LoD4, supplements a LoD3 model by adding interior structures such as rooms, inner doors, stairs, and furniture.

mgr inż. Urszula Cisko  
e-mail: [cisko@agh.edu.pl](mailto:cisko@agh.edu.pl)  
tel. +12 6173993  
fax: +12 6173993