

## PRÓBA OPRACOWANIA SYMBOLI 3D WYBRANYCH OBIEKTÓW TRÓJWYMIAROWEJ WIELOROZDZIELCZEJ BAZY TOPOGRAFICZNEJ\*

### THE ATTEMPT TO CREATE 3D SYMBOLS OF SELECTED FEATURES FOR A THREE-DIMENSIONAL MULTIREOLUTION TOPOGRAPHIC DATABASE

Urszula Cisło

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

SŁOWA KLUCZOWE: baza danych topograficznych, baza wielorozdzielcza, dane 3D, symbole 3D, projektowanie 3D

STRESZCZENIE: Koncepcja Bazy Danych Topograficznych w postaci 3D (TBD 3D) opracowywana w ramach projektu „Konwersja obiektów Bazy Danych Topograficznych do postaci trójwymiarowej dla potrzeb dynamicznej geowizualizacji”, zakłada istnienie obiektów w trzech wymiarach na trzech poziomach szczegółowości (uogólnienia). W TBD 3D przewiduje się, że wybrane obiekty będą przedstawiane za pomocą symboli 3D na najbardziej szczegółowym poziomie (LoD2), gdzie obiekty będą odpowiadały 3 poziomowi uogólnienia TBD i wszystkie będą przedstawione za pomocą modelu znakowego. Zaprojektowane symbole 3D, ze względu na sposób pozyskiwania i prezentowania informacji wysokościowej obiektów, podzielono na trzy zasadnicze grupy. Pierwszą grupę stanowią symbole o zmiennej wysokości, znanej dla każdego obiektu np. z pomiaru. Druga grupa składa się z symboli o zmiennej, ale arbitralnie przyjętej wysokości lub głębokości. Natomiast w trzeciej grupie znalazły się symbole o stałej wysokości. Symbole 3D zaprojektowano zgodnie z przyjętą powszechnie konwencją kartograficzną oraz, w przypadku braku możliwości przeniesienia kształtu czy koloru przyjętego powszechnie znaku 2D do 3D, z wykorzystaniem poglądowości symboli. Ponadto w przedstawianym etapie badań zaprojektowano różne warianty symboli 3D. Opracowane symbole 3D (wszystkie warianty) w kolejnym etapie ww. projektu zostaną przetestowane w formie ankiety internetowej przez potencjalnych użytkowników pod kątem percepcji krajobrazu.

#### 1. ZARYS KONCEPCJI TBD 3D

Koncepcja Bazy Danych Topograficznych w postaci 3D (TBD 3D) opracowywana w ramach projektu „Konwersja obiektów Bazy Danych Topograficznych do postaci

trójwymiarowej dla potrzeb dynamicznej geowizualizacji” (N N526 192537), zakłada istnienie obiektów w trzech wymiarach na trzech poziomach szczegółowości (uogólnienia). 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 (liczba kondygnacji), stereodigitalizacji 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 (Cisko, 2008).

W TBD 3D przewidywane jest także połączenie modelu pogładowego i znakowego (Głazewski, 2006). 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 za pomocą modelu pogładowego (pozaznakowego), przedstawionego w odpowiednio dużej skali, przekazane będą 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 na 3 poziomach szczegółowości – LoD (*Level of Detail*), opartych na schemacie aplikacyjnym międzynarodowego standardu Geography Markup Language (GML), będącego standardem OpenGIS® dedykowanym modelowaniu miasta 3D – CityGML (Open..., 2008):

- 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.

## 2. OPRACOWANIE SYMBOLI 3D

W TBD 3D przewiduje się, że wybrane obiekty będą przedstawiane za pomocą symboli 3D na najbardziej szczegółowym poziomie (LoD2), gdzie obiekty będą odpowiadały 3 poziomowi uogólnienia TBD i wszystkie będą przedstawione za pomocą modelu znakowego.

Zaprojektowane symbole 3D, ze względu na sposób pozyskiwania i prezentowania informacji wysokościowej obiektów, podzielono na trzy zasadnicze grupy (Tab. 1):

- symbole o zmiennej wysokości, znanej dla każdego obiektu np. z pomiaru (ten sam symbol 3D może mieć różną wysokość w zależności od wysokości konkretnego obiektu, który symbolizuje);
- symbole o zmiennej, ale arbitralnie przyjętej wysokości lub głębokości (ten sam symbol 3D może mieć różną wysokość w zależności od przyjętej wysokości konkretnego obiektu, który symbolizuje);
- symbole o stałej, arbitralnie przyjętej wysokości (wszystkie symbole 3D przedstawiające konkretny rodzaj obiektu posiadają tą samą wysokość).

**Tab. 1.** Zasadniczy podział symboli 3D.

Poziom 1	Poziom 2	Poziom 3
<b>OBIEKTY 3D PRZEDSTAWIONE ZA POMOCĄ SYMBOLU 3D O ZNANEJ WYSOKOŚCI</b>		
Budowle i urządzenia	Wysokie budowle techniczne	Wieża ciśnień
		Maszt telekomunikacyjny
		Maszt oświetleniowy
		Turbina wiatrowa
		Wieża szybu kopalnianego
	Dźwigar	
	Umocnienia wodne	Ściana oporowa przy wodzie
Ogrodzenia	Ogrodzenie trwałe	
Urządzenia transportowe	Kolej linowa	
Inne urządzenia techniczne	Szyb naftowy, gazowy	
<b>OBIEKTY 3D PRZEDSTAWIONE ZA POMOCĄ SYMBOLU 3D O ZADANEJ WYSOKOŚCI, GŁĘBOKOŚCI</b>		
Budowle	Budowle mostowe	Przejście podziemne
Sieci uzbrojenia terenu	Odcinki linii elektroenergetycznych	Linia elektroenergetyczna na dźwigarach
		Linia elektroenergetyczna na słupach
	Odcinki linii telekomunikacyjnych	Linia telekomunikacyjna (telefoniczna, telegraficzna)
	Odcinki przewodów rurowych	Wszystkie przewidziane przewody
<b>OBIEKTY 3D PRZEDSTAWIONE ZA POMOCĄ SYMBOLU 3D</b>		
Budowle i urządzenia	Zbiorniki techniczne	Zbiornik materiałów stałych
		Zbiornik materiałów płynnych lub gazu
	Inne urządzenia techniczne	Stacja meteorologiczna
		Stacja paliw
Obiekty inne	Obiekty przyrodnicze	Drzewo, drzewo uznane za pomnik przyrody
		Grupa drzew
		Rząd drzew
		Odosobniona skała
		Głaz narzutowy
	Obiekty związane z komunikacją	Wszystkie obiekty związane z komunikacją oprócz stanowiska poboru opłat na drodze płatnej i przejścia granicznego
Obiekty o znaczeniu orientacyjnym w terenie	Wszystkie obiekty o znaczeniu orientacyjnym za wyjątkiem schronu, pomostu i ruiny	

## 2.1. Główne założenia przyjęte przy projektowaniu symboli 3D

W trakcie projektowania symboli 3D dla wybranych obiektów TBD 3D starano się kierować oraz zaimplementować podstawowe zasady graficznego projektowania mapy (Ostrowski, 2008):

- 1) zasada dostatecznej widoczności znaków (identyfikacji zmiennych graficznych).
- 2) zasada rozróżnialności znaków,
- 3) zasada łatwości rozpoznania (identyfikacji),
- 4) zasada logicznego powiązania formy znaków z przedstawianą treścią,
- 5) zasada równowagi graficznej i estetyka mapy.

Najważniejszymi czynnikami decydującymi o widoczności znaków, jak i symboli 3D jest ostrość widzenia oraz czułość oka na kontrast, a także, choć w mniejszym stopniu, złożoność symbolu. Im symbol prostszy, tym lepiej jest czytelny, gdyż łatwiej identyfikowalne są jego cechy graficzne, jak kształt, struktura wewnętrzna czy rodzaj desenia. Dodatkowymi zaletami prostych zgeometryzowanych symboli 3D są m.in.:

- większa jednoznaczność położenia,
- zajmowanie mniejszej ilości miejsca, co pozwala na zwiększenie pojemności graficznej wizualizacji 3D,
- łatwość zapamiętania,
- możliwość kombinacji różnych elementów graficznych (łączenie symboli).

Kolejną zasadą przyjętą przy projektowaniu symboli 3D jest wystarczająca rozróżnialność wszystkich elementów graficznych przedstawienia kartograficznego. Chodzi tu przede wszystkim o rozróżnialność pojedynczych znaków, ale także poszczególnych ich kategorii oraz struktur przestrzennych utworzonych przez znaki tego samego rodzaju lub przez różne kategorie znaków (Ostrowski, 2008). Do rozróżnienia symboli 3D wykorzystywane są różne zmienne graficzne: kolor, jasność, kształt i deseń.

Forma graficzna trójwymiarowej prezentacji Bazy Danych Topograficznych powinna w jak największym stopniu ułatwiać identyfikację poszczególnych oznaczeń i relacji przestrzennych, bez względu na kierunek patrzenia obserwatora. Zatem kształt symboli 3D powinien zapewniać jednoznaczną identyfikację przedstawianego obiektu bez względu na kierunek patrzenia. Łatwość identyfikacji przedstawianych obiektów można osiągnąć poprzez zgodność rozwiązań graficznych z przyjętą powszechnie konwencją kartograficzną czy wykorzystanie znaków poglądowych. Poglądowość znaków szczególnie miała zastosowanie w projektowaniu symboli 3D w przypadkach braku możliwości przeniesienia kształtu czy koloru przyjętego powszechnie znaku płaskiego do trzeciego wymiaru. W takich przypadkach wykorzystywano rodzaj poglądowości polegający na możliwości bezpośredniego rozpoznania przedstawianych obiektów i zjawisk, dzięki wzrokowej asocjacji reprezentujących je symboli z tymi obiektami i zjawiskami (Ostrowski, 2008). Posłużono się tu głównie asocjacjami bezpośrednimi, kiedy symbol w TBD 3D upodabnia się do wyglądu lub barwy reprezentowanego obiektu. Do upogładowienia symboli 3D wykorzystano kształt znaku (podobny lub kojarzący się z prezentowanym obiektem), barwę oraz cieniowanie uwydatniające kształt symbolu 3D. Przy czym kształt symbolu 3D starano się pogodzić z zasadą prostoty znaków geometrycznych, dlatego

też bazowano na podstawowych bryłach geometrycznych (sfera, stożek, ostrosłup, graniastosłup, walec). Ponadto pamiętano o tym, by forma graficzna symboli 3D ułatwiała sprawne i precyzyjne określenie charakterystyk przestrzennych: położenia, kształtu i wzajemnych relacji przestrzennych. W tym celu przestrzegano następujących zasad:

- symbole 3D powinny zajmować możliwie mało miejsca przy zachowaniu ich czytelności, rozróżnialności i pogładowości,
- kształt symbolu 3D powinien jednoznacznie wskazywać położenie prezentowanego obiektu,
- przy potrzebie znacznego zróżnicowania wielkości lub rangi obiektów waga optyczna symboli 3D powinna być różnicowana nie tylko poprzez zróżnicowanie ich wielkości, ale również poprzez wykorzystanie innych zmiennych graficznych (kolor, jasność, deseń),
- kontury symboli 3D powinny być tworzone jedynie przez linie ciągłe, a gęstość desena powinna być dostosowana do ich wielkości i kształtu.

Ponadto, w celu precyzyjnego określenia położenia danego obiektu w TBD 3D, symbole 3D powinny być tak umieszczone, aby lokalizację obiektu wskazywały następujące elementy charakterystyczne podstawy tych znaków:

- przy znakach mających kształt figury o szerszej podstawie: środek podstawy dolnej figury,
- przy znakach mających kształt figury o kącie prostym przy podstawie: wierzchołek kąta prostego utworzonego przez osie figur podstawowych składających się na podstawę danego symbolu 3D,
- przy znakach będących połączeniem kilku figur geometrycznych: geometryczny środek podstawy dolnej figury.

Zasada logicznego powiązania formy znaków z przedstawianą treścią dotyczy wzajemnych relacji między znakami, dzięki którym możemy mówić o systemie znaków. Niezbędnym warunkiem stworzenia funkcjonalnego i logicznego systemu znaków jest uporządkowanie elementów treści mapy (Ostrowski, 2008). Zasadę tą zrealizowano poprzez zapewnienie, w miarę możliwości, by stopień graficznego pokrewieństwa symboli 3D, odpowiadał stopniowi znaczeniowego (pojęciowego, fizjonomicznego lub funkcjonalnego) pokrewieństwa odpowiadających im obiektów lub zjawisk. Zmienną graficzną użytą do wyróżnienia podstawowych kategorii symboli 3D był kolor. Natomiast ważność przedstawianych obiektów i zjawisk, do których powinna być dostosowana waga optyczna odpowiadających im symboli 3D, wyrażona została przede wszystkim poprzez wielkość.

Jednocześnie uwzględniono zasadę równowagi graficznej i estetykę prezentacji trójwymiarowej poprzez zachowanie jednolitego stylu w grafice symboli 3D, dobór harmonijnych barw i deseni, czy właściwe zróżnicowanie wielkości i krojów pisma.

## **2.2. Projektowanie symboli 3D**






Jak wspomniano w rozdziale 2.1, aby zachować łatwość rozpoznania obiektów w TBD 3D trójwymiarowe symbole zaprojektowano z przyjętą powszechnie konwencją kartograficzną oraz z wykorzystaniem pogładowości symboli. Większość zaprojek-

towanych symboli 3D wzorowano (kształt, kolor) na katalogu znaków TBD (Główny ..., 2008) oraz na wzorach znaków umownych stosowanych na mapach topograficznych (Ministerstwo ..., 1989). W przypadkach braku możliwości przeniesienia kształtu czy koloru przyjętego powszechnie znaku 2D do 3D, projektowano zupełnie nowy znak wykorzystując asocjacje bezpośrednie symbolu z przedstawianym obiektem. Praktycznie wszystkie symbole 3D zaprojektowano przy użyciu oprogramowania Microstation V8 XM wykorzystując podstawowe bryły geometryczne (*primitives*). Wyjątek stanowiły dwa obiekty: odosobniona skała i głąz narzutowy, które ze względu na swój kształt stworzone zostały za pomocą złożonej bryły (*extended primitives*), która następnie poddano odpowiedniej modyfikacji. Do ich zaprojektowania wykorzystano program 3ds Max®7. W opisywanym etapie badań dla części wybranych obiektów TBD 3D zaprojektowano różne warianty symboli 3D. Dotyczyło to głównie obiektów, których ogólnie przyjęty kształt znaku 2D nie mógł być bezpośrednio przeniesiony do trzeciego wymiaru (np. wieża ciśnień). Warianty poszczególnych symboli 3D różnią się również podstawowymi bryłami geometrycznymi, które je tworzą (np. w wariantach A i B symbolu wieży szybu kopalnianego podstawę symbolu stanowi stożek, a w wariantach C i D ostrosłup). Również napisy powiązane z symbolami 3D zaprojektowano w 2 wariantach: w pierwszym napis zorientowany jest równoległy do południowej strony symbolu, w drugim wariantach napis jest zawsze zwrócony w stronę obserwatora.




























W kolejnym etapie wspomnianego w rozdziale 1 projektu opracowane symbole 3D (wszystkie warianty) zostaną przetestowane w formie ankiety internetowej przez potencjalnych użytkowników z różnych grup wiekowych i zawodowych pod kątem percepcji krajobrazu. W sposób szczególny ankieta internetowa będzie adresowana do specjalistów z zakresu planowania przestrzennego (architektów krajobrazu, urbanistów).

Poniżej przedstawiono przykłady wybranych symboli 3D zaprojektowanych dla TBD 3D: symbole w jednym wariantach (Tab. 2) i symbole zaprojektowane w kilku wariantach (Tab. 3).

**Tab. 2.** Przykłady wybranych symboli 3D zaprojektowanych w jednym wariantach dla TBD 3D.

Kod	Nazwa	Symbol 3D
KU KO 06	Stacja paliw	
OI PR 11	Odosobniona skała	
OI KM 03	Stacja metra	
OI KM 06	Semafor	
OI OR 01	Pomnik, figura	

**Tab. 3.** Przykłady wybranych symboli 3D zaprojektowanych w kilku wariantach dla TBD 3D.

Kod	Nazwa	Wariant symbolu 3D		
		A	B	C
BB WT 03	Wieża ciśnień			
BB WT 04	Maszt telekomunikacyjny			
BB WT 07	Wieża szybu kopalnianego			
BB IU 07	Szyb naftowy, gazowy			
BB IU 03	Stacja meteorologiczna			
OI PR 05	Drzewo			
OI KM 05	Sygnal świetlny (np. na latarni morskiej)			
OI OR 03	Mogiła odosobniona			
OI OR 07	Fontanna			
OI OR 12	Wiatrak			



### 3. PODSUMOWANIE

W ramach opisanego w niniejszym artykule etapu projektu „Konwersja obiektów Bazy Danych Topograficznych do postaci trójwymiarowej dla potrzeb dynamicznej geowizualizacji” (N N526 192537) zaprojektowano 45 symboli 3D dla wybranych obiektów Trójwymiarowej Wielorozdzielczej Bazy Topograficznej, co stanowi 23% wszystkich planowanych obiektów TBD 3D:

- 10 symboli 3D przedstawiającej obiekty o znanej i zmiennej wysokości (22% zaprojektowanych symboli 3D),
- 10 symboli 3D przedstawiającej obiekty o znanej i stałej wysokości, głębokości (22% zaprojektowanych symboli 3D),
- 25 symboli 3D przedstawiającej obiekty o arbitralnie przyjętej i niezmiennej wysokości (56% zaprojektowanych symboli 3D).

Dla 16 obiektów, co stanowi 35% opracowanych symboli 3D, zaprojektowano co najmniej dwie wersje, które w kolejnym etapie badań zostaną poddane testom wśród potencjalnych użytkowników pod kątem percepcji krajobrazu. Po przeprowadzeniu testów wybrane, ostateczne wersje symboli stworzą katalog symboli 3D, który będzie stanowił bazę znaków wykorzystywaną przy tworzeniu trójwymiarowej wielorozdzielczej bazy danych topograficznych (TBD 3D) w jej najbardziej szczegółowym poziomie (LoD2).

W kolejnych etapach ww. projektu m.in. zostaną opracowane formy i szczególności przedstawiania budynków, możliwości wykorzystania ortofotomapy czy analiza przydatności różnych metod pozyskania danych dla TBD 3D.

Publikacja powstała w ramach badań statutowych AGH 11.11.150.949/09

### LITERATURA

Cisko U., 2008. Zarys koncepcji trójwymiarowej wielorozdzielczej bazy topograficznej. *Archiwum Fotogrametrii, Kartografii i Teledetekcji*, Vol. 18a, s. 49-57.

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

Główny Urząd Geodezji i Kartografii, 2008. Wytyczne techniczne Baza Danych Topograficznych (TBD) część 3 „Zasady opracowania mapy topograficznej 1:10 000 w standardzie TBD”. Warszawa.

Ministerstwo Gospodarki Przestrzennej i Budownictwa, 1989. Wzory i objaśnienia znaków umownych i napisów stosowanych na mapach topograficznych w skalach 1:5 000 i 1:10 000. Warszawa.

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



Ostrowski W., 2008. Semiotyczne podstawy projektowania map topograficznych na przykładzie prezentacji zabudowy. Uniwersytet Warszawski, Warszawa, s. 96-112.

**THE ATTEMPT TO CREATE 3D SYMBOLS OF SELECTED FEATURES  
FOR A THREE-DIMENSIONAL MULTIREOLUTION  
TOPOGRAPHIC DATABASE**

KEY WORDS: topographic database, multiresolution database, 3D data, 3D symbols, 3D designing

SUMMARY: The design of a three-dimensional multiresolution topographic database (TBD 3D) assumes that all features in TBD 3D exist in three dimensions on three different Levels of Detail (LoD). At the most detailed level of TBD 3D (LoD2), selected features are expected to be represented by 3D symbols. The 3D symbols so designed were divided into three main groups on the basis of the method of obtaining them and their presentation of height information. The first main group consists of 3D symbols with changeable and known (e.g. from surveying) heights for each of the features. The second main group consists of 3D symbols with changeable, but arbitrary, heights or depths while in the third main group there are 3D symbols with a fixed height. All 3D symbols were designed using generally accepted cartographic conventions. Where it was impossible to use generally accepted 2D symbols in the third dimension, 3D symbols were based on observing the feature. In addition different alternatives were designed for selected features. The 3D symbols designed (all alternatives) will be surveyed by potential users on the Internet.

mgr inż. Urszula Cisło  
cislo@agh.edu.pl  
telefon: +48 12 6173993  
fax: +48 12 6173993

---

\* wersja kolorowa artykułu jest dostępna na stronie <http://www.sgp.geodezja.org.pl/pftfit>

