



Michał Stankiewicz

OD OBIEKTU TERENOWEGO DO JEGO ODPOWIEDNIKA NA MAPIE I W BAZIE DANYCH

FROM A TERRAIN OBJECT TO ITS REPRESENTATION ON A MAP AND IN A DATABASE

*Politechnika Warszawska, Instytut Fotogrametrii i Kartografii
Warsaw University of Technology, Institute of Photogrammetry and Cartography*

STRESZCZENIE: Rozwój technologiczny systemów informacji geograficznej (GIS) spowodował pogłębianie się różnic w rozumieniu wielu pojęć stosowanych w topografii, w kartografii topograficznej i w tworzonych bazach danych topograficznych. W artykule podjęto próbę współczesnego spojrzenia na teren i jego topografię. Zdefiniowano pojęcie obiektu terenowego oraz określono podstawowe rodzaje informacji o terenie. W dalszej kolejności zdefiniowano pojęcie obiektu topograficznego i związanych z nim danych topograficznych. Opisano proces modelowania geometrycznego obiektów topograficznych. Dla celów tworzenia bazy danych topograficznych lub opracowania mapy, obiekty topograficzne lub ich zespoły mogą być poprzez agregację lub rejonizację, poszerzone o nowe klasy obiektów. Obiekty topograficzne wszystkich wydzielonych klas, wraz z ich atrybutami, poszerzone o numeryczny model terenu stanowią kompleksowe dane topograficzne dla określonego terytorium. Zamieszczono także definicję znaku topograficznego, jako sposobu prezentacji danych topograficznych na mapie. Zwrócono także uwagę na podstawowe różnice w budowaniu informacji topograficznej na mapach topograficznych, na mapie wektorowej poziomu drugiego (VMap Level 2) oraz w bazie danych topograficznych (TBD GUGiK 2003). Pracę kończą wnioski dotyczące procesu pozyskiwania informacji topograficznej oraz opracowywania danych topograficznych.

SŁOWA KLUCZOWE: kartografia, topografia, teren, baza danych topograficznych, mapa

TEREN I OBIEKTY TERENOWE

Teren jest to pewna dowolna, zewnętrzna część powłoki ziemskiej (epigeosfery) na obszarach lądów, posiadająca własną strukturę oraz dająca się opisać (lokalizować) w przestrzeni geograficznej. Główne elementy składowe terenu to: **formy rzeźby terenu** (naturalne i antropogeniczne) oraz jego **pokrycie**. Natomiast elementarne części składowe terenu to **obiekty terenowe**.

Jako umowną **powierzchnię terenu** przyjmuje się powierzchnię Ziemi obejmującą powierzchnie form rzeźby terenu, otwartych wód lądowych, mokradeł stałych oraz lodowców. Do tej powierzchni odnosi się model wysokościowy terenu.

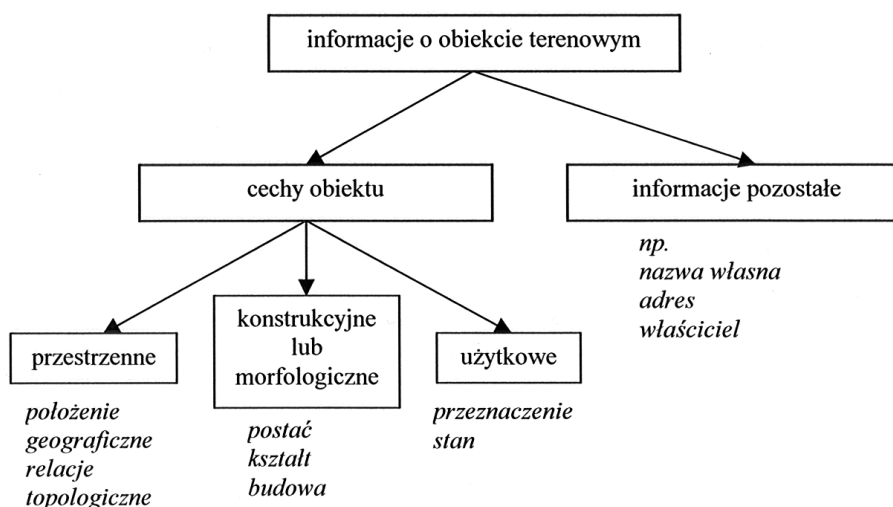
Topografia terenu jest to zespół cech zewnętrznych terenu dotyczących jego rzeźby i obiektów na niej występujących. W zależności od przyjętej *metodyki opisywania terenu* uzyskuje się różniące się między sobą *topograficzne modele terenu* (por. topograficzne mapy cywilne i wojskowe, TBD itp.).

Obiekt terenowy jest to dający wyodrębnić się w terenie względnie trwały obiekt, któremu można przypisać jednoznaczną nazwę. Ze względu na strukturę obiekty terenowe można podzielić na:

- proste (zwane też przedmiotami terenowymi), np. pojedyncza sosna;
- złożone (gdy traci sens wyodrębnianie jego składników), np. las sosnowy.

Do obiektów terenowych należy zaliczyć także podstawowe formy rzeźby terenu, jak np. góra, dolina, taras, wąwóz.

Większość obiektów terenowych tego samego typu różni się między sobą cechami indywidualnymi. Prawie wszystkie obiekty terenowe są obiektami trójwymiarowymi, natomiast kształt obiektu decyduje o jego cechach geometrycznych.

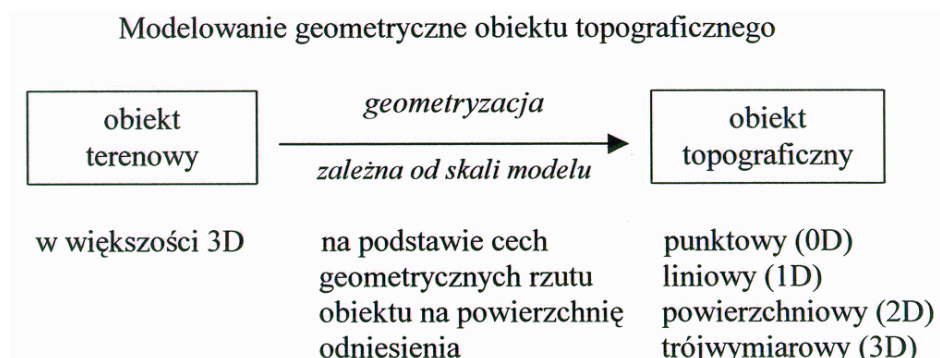


Rys. 1. Typy informacji o obiekcie terenowym
Fig. 1. The types of information of terrain object

OBIEKTY TOPOGRAFICZNE I DANE TOPOGRAFICZNE

Obiekt topograficzny jest to abstrakcja (przedmiot ogólny) obiektu terenowego lub zespołu obiektów będący w sensie reprezentacji geometrycznej i opisowej właściwy topografii. Wyodrębnianiu obiektów topograficznych towarzyszy ich typizacja na podstawie głównych cech obiektów terenowych. Zmiana skali obserwacji terenu często prowadzi do wyodrębnienia jakościowo nowych obiektów topograficznych drogą generalizacji obiektów terenowych, np. obiektem topograficznym, ale już nie terenowym, jest zabudowa gęsta.

Zakres informacji o obiekcie topograficznym (część opisowa) zależy przede wszystkim od przeznaczenia tworzonego topograficznego modelu terenu. Reprezentacja geometryczna obiektu topograficznego zależy nie tylko od kształtu obiektu, ale w dużej mierze także od przyjętej skali tworzonego topograficznego modelu terenu.



Rys. 2. Modelowanie geometryczne obiektu topograficznego
Fig. 2. A geometric modeling of topographic object

Obiekt topograficzny zdefiniowany w postaci reprezentacji geometrycznej musi mieć ustalone, w miarę dokładnie, swoje położenie:

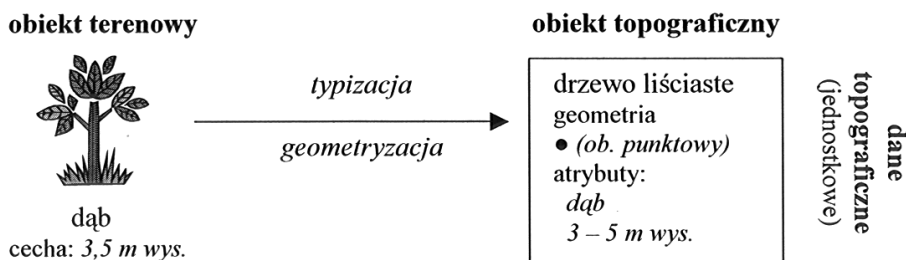
- w najbliższym jego otoczeniu, w stosunku do innych obiektów topograficznych (relacje topologiczne);
- w przestrzeni geograficznej, w przyjętym układzie współrzędnych.

Obiekty topograficzne lub ich zespoły odniesione do określonej matematycznie przestrzeni geograficznej stają się jednocześnie **obiettami geograficznymi**.

Przestrzeń geograficzna może być definiowana matematycznie na różne sposoby. Ze względów praktycznych najlepiej przestrzeń tą opisuje przyjęty układ odniesienia obejmujący m.in. geocentryczną elipsoidę odniesienia wraz z układem współrzędnych geodezyjnych (geograficznych elipsoidalnych B, L) oraz systemem wysokości terenowych. Z obecnie stosowanych w Polsce układów współrzędnych, uniwersalny charakter lokalizacji punktów zapewnia układ WGS-84. Natomiast lokalnie, w sposób jednolity na obszarze całej Polski, rolę tę pełni układ „1992” (na elipsoidzie ziemskiej GRS-80 praktycznie tożsamej z elipsoidą WGS-84). Jako system wysokości nadal w Polsce obowiązuje tzw. bałtycki system wysokości, odniesiony do zera mareografu w Kronsztadcie. Odrębne zagadnienie stanowi prezentacja wybranych punktów przestrzeni geograficznej na płaszczyźnie, wiążąca się z doбором odpowiedniego odwzorowania kartograficznego i układu współrzędnych prostokątnych płaskich.

Pojęcie **danych topograficznych** nie zostało dotąd sprecyzowane. Generalnie dotyczą one wszelkich informacji o obiektach topograficznych, w tym rzeźby terenu, w postaci umożliwiającej tworzenie bazy danych topograficznych, numerycznego modelu terenu oraz innych systemów informacji topograficznej, obejmujących także mapy topograficzne, ortofotomapy, zdjęcia lotnicze.

Dane o obiektach topograficznych, ustalonych w wyniku selekcji, a następnie typizacji i geometryzacji obiektów terenowych, oprócz zapisu położenia reprezentacji *geometrycznej* danego obiektu w przestrzeni geograficznej, obejmują także *atrybuty* obiektów, czyli wszelkie informacje opisowe o obiekcie przygotowane zgodnie ze wcześniejszymi założeniami. Takie dane, odnoszące się do pojedynczego obiektu, można nazywać *danymi topograficznymi jednostkowymi*.



Rys. 3. Przykład tworzenia jednostkowych danych topograficznych
Fig. 3. The example of creation of separate topographic data

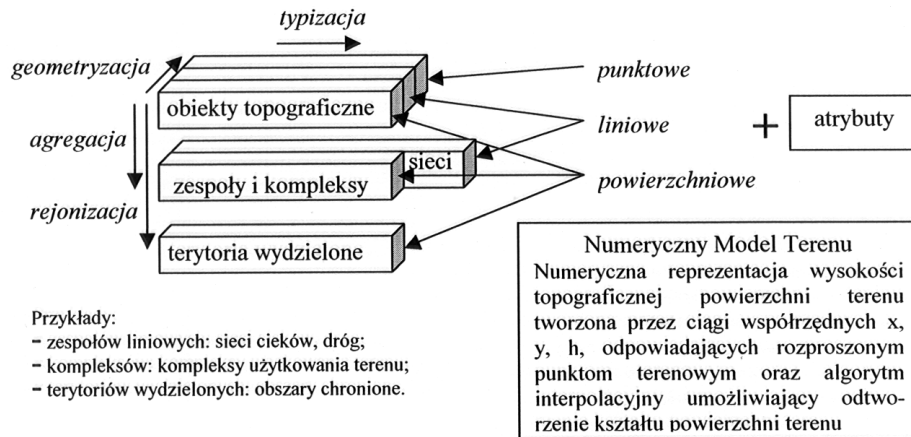
Obiekty topograficzne lub ich zespoły mogą być dla celów tworzenia bazy danych topograficznych lub opracowania mapy topograficznej poszerzone o nowe klasy obiektów tworzonych w wyniku *agregacji* obiektów topograficznych lub *rejonizacji*, tj. wyodrębnienia pewnych obszarów. W taki sposób mogą być wydzielane zespoły obiektów (np. w postaci sieci), kompleksy lub terytoria. Wydzielone klasy obiektów topograficznych różnych poziomów, wraz z ich atrybutami, poszerzone o dane dotyczące rzeźby terenu, np. w postaci numerycznego modelu terenu (NMT) stanowią pewien zbiór danych o ustalonej strukturze, który można nazwać *kompleksowe dane topograficzne*.

KOMPLEKSOWE DANE TOPOGRAFICZNE

Najlepszym przykładem posługiwania się kompleksowymi danymi topograficznymi w ujęciu systemowym jest wdrażany obecnie projekt bazy danych topograficznych (Wytyczne techniczne TBD – GUGiK 2003). Przedstawiony w barwnej tablicy „Sposoby reprezentacji danych topograficznych” fragment dużego ciek (na podstawie wytycznych TBD) ukazuje nie tylko znaczną ilość atrybutów odnoszących się do segmentu (odcinka) rzeki, ale także wskazuje na geometrię obiektu poszerzoną o oś ciek oraz sztuczny łącznik osi, co wynika z konieczności zapewnienia możliwości prowadzenia analiz sieciowych. Podobnie na fragmencie VMap Level 2 widać oś ciek (z warstwy wektorowej) i obraz kartograficzny (rastrowy). Baza danych VMapy zawiera część opisową mocno rozbudowaną, co można stwierdzić na załączonym przykładzie w przypadku atrybutów odnoszących się do segmentu ciek.

Numeryczny model terenu umożliwia odtworzenie kształtu powierzchni terenu, jednak wierność tworzonego modelu zależy od umiejętności powiązania stopnia zagęszczenia punktów wysokościowych (także metod ich pozyskania) ze stopniem urozmaicenia rzeźby terenu, a także od stosowanych metod interpolacyjnych. Trójwymiarowe modele terenu

pozyskiwane z baz danych są dzisiaj chętnie opracowywane i stanowią podstawę do przeprowadzania wielu analiz terenowych. Dla wybranych obszarów tworzy się również szczegółowe modele przestrzenne obiektów topograficznych. Wymaga to jednak żmudnego, a więc i kosztownego, zbierania danych o kształtach obiektów tak, aby można było oddać główne cechy zewnętrzne obiektów terenowych. Przykłady trójwymiarowych prezentacji rzeźby terenu oraz zabudowy, wykonane przez francuski IGN zamieszczono w tablicy „Sposoby reprezentacji danych topograficznych”.

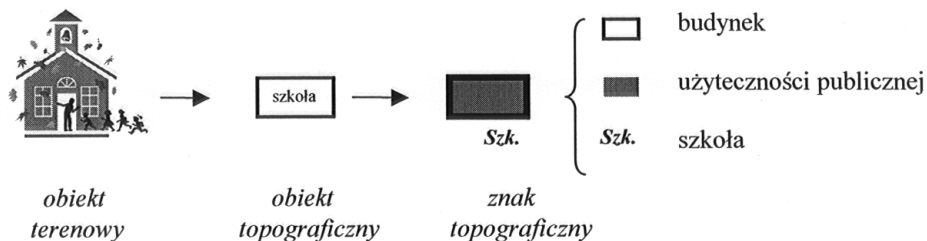


Rys. 4. Tworzenie kompleksowych danych topograficznych

Fig. 4. A creation of the complex topographic data

ZNAKI TOPOGRAFICZNE, CZYLI PREZENTACJA DANYCH TOPOGRAFICZNYCH NA MAPIE

Znaki topograficzne są to graficzne prezentacje danych topograficznych wybranych zgodnie z przeznaczeniem, skalą i przyjętymi zasadami redakcji mapy topograficznej. W części znaków topograficznych uwzględnia się oddanie wybranych, jakościowych cech obiektów, jednak w wielu przypadkach pewne informacje o obiekcie zapisywane są na mapie w postaci skrótu objaśniającego lub/i nazwy własnej obiektu bądź ich zespołu.



Rys. 5. Znak topograficzny jako sposób prezentacji danych topograficznych o obiekcie terenowym
 Fig. 5. A topographic symbol as a way of presentation of topographic data about the terrain object

Pewne przykłady stosowania znaków topograficznych na mapach zamieszczono w tablicy „Sposoby reprezentacji danych topograficznych”. Widać tam wyraźnie, jak tradycyjna forma mapy mocno ogranicza zakres informacji topograficznej, a mimo to z kartograficznej formy wizualizacji danych topograficznych nie zrezygnowano ani w przypadku VMap Level2, ani TBD, w wytycznych której zamieszczono także zasady opracowania mapy topograficznej w standardzie TBD. Świadczy to o wciąż dużej sile kartograficznych metod przetwarzania i prezentacji danych oraz o znaczeniu obrazu kartograficznego w procesie przekazu informacji o terenie.

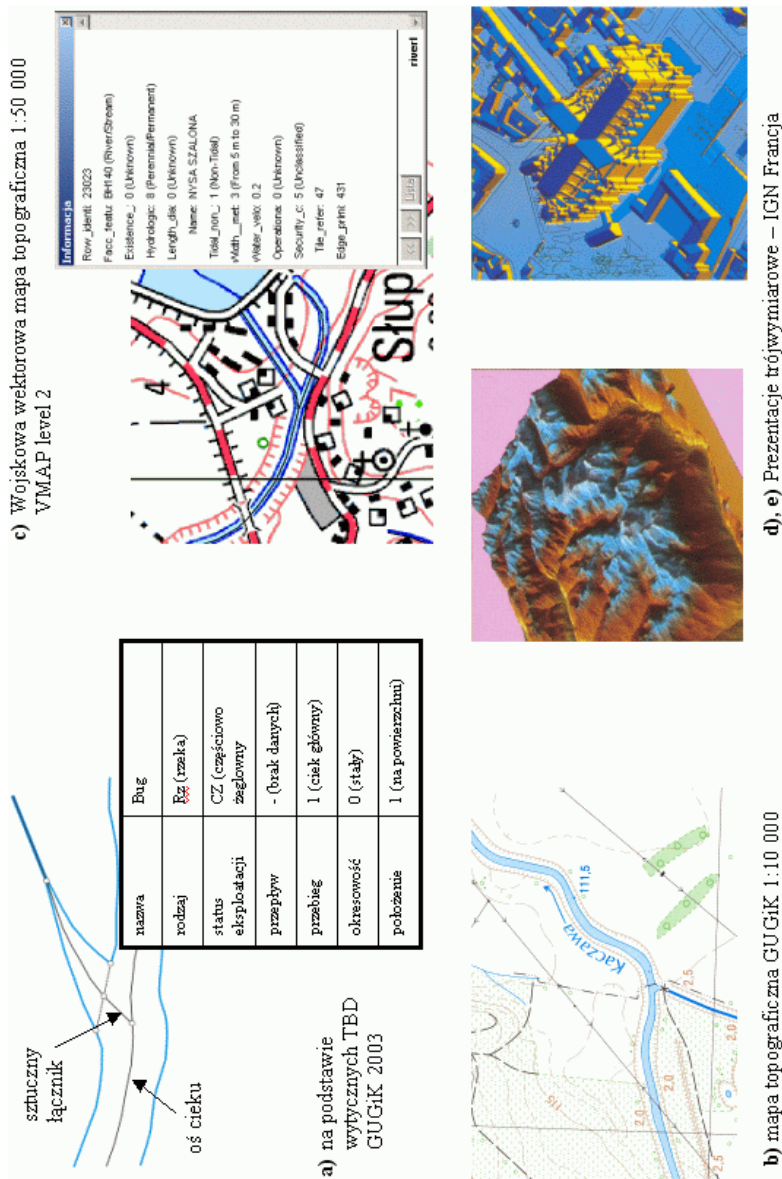
UWAGI KOŃCOWE

Pozyskiwanie informacji o obiektach topograficznych, a więc opracowanie danych topograficznych, wiąże się z korzystaniem z różnorodnych źródeł informacji. Materiałem źródłowym są istniejące opracowania kartograficzne (głównie mapy), fotogrametryczne (np. zdjęcia lotnicze, sceny satelitarne, ortofotomapa), geodezyjne (wykazy współrzędnych punktów, mapa zasadnicza), lokalne bazy danych o terenie, lokalne systemy informacji geograficznej, materiały tekstowe (informatory, dane statystyczne itp.). Część z tych materiałów występuje w tradycyjnej postaci analogowej, część w postaci numerycznej. Do tego materiały te muszą podlegać weryfikacji co do ich aktualności, wiarygodności i dokładności. Powoduje to szczególną odpowiedzialność współczesnych topografów za jakość opracowywanych danych topograficznych.

Oto kilka uwag, które mogą być przydatne w procesie pozyskiwania informacji topograficznej i opracowywania danych topograficznych:

1. Korzystanie z materiałów źródłowych w postaci map topograficznych w różnych układach współrzędnych, mapy zasadniczej i innych map w układach lokalnych (co wymaga ich transformacji) może być źródłem znacznych niedokładności w lokalizacji obiektów topograficznych;
2. Wyodrębnianie i klasyfikacja obiektów terenowych wyłącznie na podstawie zdjęć lotniczych może być przyczyną złej interpretacji topografii terenu. Nie należy rezygnować całkowicie z wywiadu terenowego;
3. Ponieważ obraz kartograficzny map zniekształcony jest lokalnie w wyniku procesu generalizacji kartograficznej, należy z odpowiednią ostrożnością podchodzić do map jako źródła informacji o geometrii i położeniu obiektu topograficznego (np. dla celów TBD);
4. Ponieważ tworzone systemy informacji topograficznej (w tym TBD) mogą zawierać ogromną ilość danych, w tym danych opisowych, należy określić, gdzie znajduje się granica merytoryczna informacji, które można uznać za topograficzne.

Sposoby reprezentacji danych topograficznych



Rys. 6. Sposoby reprezentacji danych topograficznych: a) na podstawie wytycznych TBD GUGiK 2003; b) na mapie topograficznej 1:10 000; c) na wojskowej VMap Level 2; d, e) prezentacje trójwymiarowe – IGN, Francja

Fig. 6. The ways of representation of the topographic data: a) according to directives TBD GUGiK 2003; b) on a topographic map 1:10 000; c) on a military Vmap Level 2; d, e) 3D presentations – IGN, France

LITERATURA

- Buczowski K., Gotlib D., 2000: Podstawy modelu pojęciowego Topograficznego Systemu Informacyjnego, [w]: „Kartografia polska u progu XXI wieku”. Materiały Ogólnopolskich Konferencji Kartograficznych, tom 22. Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Warszawa.
- Główny Geodeta Kraju, 2003: Baza Danych Topograficznych (TBD), wersja 1. Wytyczne techniczne. Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Warszawa.
- Kistowski M., Iwańska M., 1997: Systemy informacji geograficznej. Bogucki Wydawnictwo Naukowe, Poznań.
- Klimaszewski M., 2002: Geomorfologia. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Kraak M.-J., Ormeling F., 1998: Kartografia: wizualizacja danych przestrzennych. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa.
- Magnuszewski A., 1999: GIS w geografii fizycznej. Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa;
- Makowski A., 2000: System informacji topograficznej (Sitop), [w]: „Kartografia polska u progu XXI wieku”. Materiały Ogólnopolskich Konferencji Kartograficznych, tom 22. Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Warszawa.
- Stankiewicz M., Głazewski A., 2000: Współczesne mapy topograficzne w wersji cywilnej, [w]: „Kartografia polska u progu XXI wieku”. Materiały Ogólnopolskich Konferencji Kartograficznych, tom 22. Główny Urząd Geodezji i Kartografii, Warszawa.
- Stasiewicz H., Łaski W., 1983: Topografia wojskowa. Szt. Gen. 1124/83, Ministerstwo Obrony Narodowej, Warszawa.

FROM A TERRAIN OBJECT TO ITS REPRESENTATION ON A MAP AND IN A DATABASE

S u m m a r y

Technological development of the geographic information systems increased the differences in an understanding of many terms used in topography, in topographic cartography and in the created topographic databases. In this paper, author tries to present a contemporary point of view on terrain and its topography. There is defined the term of terrain object and determined the fundamental types of terrain information. Afterwards there is defined the term of topographic object and a topographic data. There is also described a process of geometric modeling of topographic objects.

For the purpose of creation the topographic databases or maps, topographic objects or their sets can be extended of new object classes by aggregation or regionalization. Topographic objects, their attributes and digital terrain model together are complex topographic data of a given territory. This paper also presents the definition of topographic symbol as a way of presentation of topographic data on a map. There is paid attention on the fundamental differences in creation of topographic information presented on topographic maps, on the vector map level second (Vmap Level 2) and in a topographic database (TBD GUGiK, 2003). Finally there are conclusions regarding to the process of an acquisition of topographic data and to a processing of topographic data.

KEY WORDS: cartography, topography, terrain, topographic database, map

Recenzent: dr inż. Joanna Bac-Bronowicz, Akademia Rolnicza, Wrocław