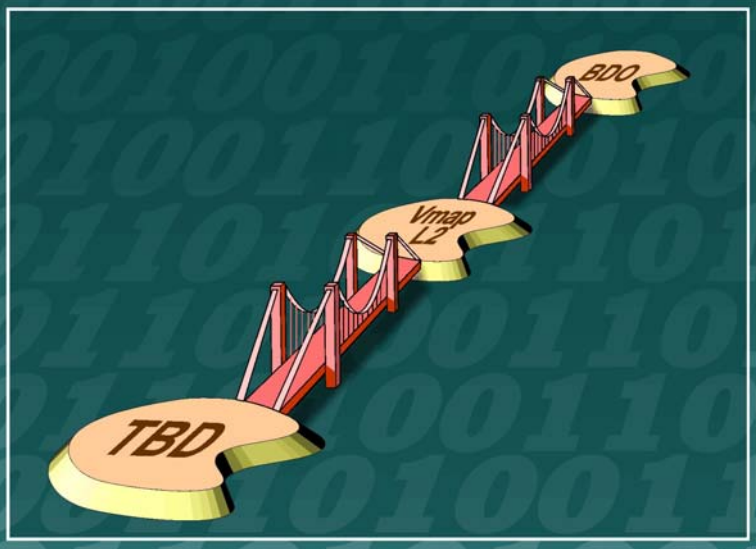
Praca zbiorowa pod redakcją
DARIUSZA GOTLIBA, ADAMA IWANIAKA i ROBERTA OLSZEWSKIEGO

BUDOWA KRAJOWEJ INFRASTRUKTURY DANYCH PRZESTRZENNYCH W POLSCE

HARMONIZACJA BAZ DANYCH REFERENCYJNYCH



PRACA ZBIOROWA POD REDAKCJĄ:
DARIUSZA GOTLIBA,
ADAMA IWANIAKA,
ROBERTA OLSZEWSKIEGO

BUDOWA KRAJOWEJ INFRASTRUKTURY DANYCH PRZESTRZENNYCH W POLSCE – HARMONIZACJA BAZ DANYCH REFERENCYJNYCH

KATEDRA GEODEZJI I FOTOGRAMETRII
AKADEMIA ROLNICZA WE WROCŁAWIU

WROCŁAW 2006

EDITED BY:
DARIUSZ GOTLIB, ADAM IWANIAK,
ROBERT OLSZEWSKI

CREATION OF THE NATIONAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE IN POLAND – HARMONISATION OF REFERENCE DATABASES

DEPARTMENT OF GEODESY
AND PHOTOGRAMMETRY
AGRICULTURAL UNIVERSITY OF WROCŁAW

WROCŁAW 2006

Autorzy:
Tomasz Czekalski, Dariusz Gotlib, Adam Iwaniak, Robert Jaroszuk,
Mariusz Morańda, Robert Olszewski, Wiesław Ostrowski, Michał Stankiewicz,
Tobiasz Wieczorek, Tomasz Wilczyński

Opiniodawca
dr hab. Wiesława Żyszkowska, grudzień 2005 roku

Redaktor merytoryczny
prof. dr hab. inż. Włodzimierz Czamara

Korekta
mgr Elżbieta Winiarska-Grabosz

Łamanie
mgr Wojciech Dach

Projekt okładki
mgr inż. Stanisław Rogowski

Zeszyty Naukowe Akademii Rolniczej we Wrocławiu nr 538
Monografie L

© Copyright by Wydawnictwo Akademii Rolniczej we Wrocławiu, Wrocław 2006

ISSN 0867–7964
ISSN 0867–2393
ISBN 83–89189–94–1

WYDAWNICTWO AKADEMII ROLNICZEJ WE WROCŁAWIU
Redaktor naczelny – prof. dr hab. Andrzej Kotecki
ul. Sopocka 23, 50–344 Wrocław, tel./fax (071) 328–12–77
e-mail: wyd@ozi.ar.wroc.pl

Nakład 300+16 egz. Ark druk. 7,75
Druk i oprawa: F.P.H. ELMA

SPIS TREŚCI

SPIS TREŚCI 5

1. WPROWADZENIE (*DARIUSZ GOTLIB, ADAM IWANIAK, ROBERT OLSZEWSKI*) 9

    1.1. Budowa SDI na poziomie globalnym i regionalnym 9
    1.2. Krajowa Infrastruktura Danych Przestrzennych 9
    1.3. Dane referencyjne 10

2. INFRASTRUKTURA DANYCH PRZESTRZENNYCH *(ADAM IWANIAK)* 15

    2.1. Wstęp 15
    2.2. Aktorzy SDI 15
    2.3. Metadane 16
    2.4. Usługi dostępu do danych przestrzennych 17
    2.5. Standardy 18
    2.6. Budowa SDI na poziomie globalnym i regionalnym 19
    2.7. Budowa krajowej infrastruktury danych przestrzennych 20
    2.8. Problemy i zagrożenia 21

3. BAZY DANYCH REFERENCYJNYCH W POLSCE (*DARIUSZ GOTLIB, ADAM IWANIAK, ROBERT OLSZEWSKI, MICHAŁ STANKIEWICZ, TOMASZ WILCZYŃSKI*) 23

    3.1. Wprowadzenie 23
    3.2. Podstawowa charakterystyka TBD 24
        3.2.1. Zasób podstawowy i zasób kartograficzny TBD 24
        3.2.2. Źródła danych 25
        3.2.3. Zakres informacyjny TBD 25
        3.2.4. Organizacja produkcji 26
        3.2.5. Standardy wymiany danych 26
        3.2.6. Metadane 27
    3.3. Podstawowa charakterystyka VMap L2 27
    3.4. Planowany rozwój baz danych TBD i VMap 30
        3.4.1. Rozwój bazy danych TBD 30
        3.4.2. Rozwój baz danych VMap 30
        3.4.3. Podstawowe założenia aktualizacji bazy VMap L2 31
        3.4.4. Podstawowe założenia aktualizacji bazy SMW 31
    3.5. Analiza różnic pomiędzy VMap L2 i TBD 32
        3.5.1. Model pojęciowy 32
        3.5.2. Poziom generalizacyjny danych 33

3.5.3. Standardy wymiany danych 34
3.6. Porównanie zakresu treści VMap L2 z zakresem treści mapy topograficznej 1:50 000 w wersji cywilnej 35
3.7. Porównanie wizualizacji mapy opracowywanej na podstawie VMap L2 z mapą topograficzną 1:50 000 w wersji cywilnej 38

4. USPÓJNIENIE MODELU POJĘCIOWEGO BAZ TBD I VMAP L2 (*TOMASZ CZEKALSKI, DARIUSZ GOTLIB, ADAM IWANIAK, ROBERT OLSZEWSKI, WIESŁAW OSTROWSKI, TOBIASZ WIECZOREK, TOMASZ WILCZYŃSKI*) 41

4.1. Wprowadzenie 41
4.2. Zadania związane z harmonizacją VMap L2 i TBD 42
4.3. Wykonalność procesu harmonizacji 43
4.4. Znaczenie harmonizacji baz referencyjnych dla opracowań tematycznych 44
4.5. Propozycje zmian w modelu TBD i VMap L2 47
4.5.1. Podstawowe założenia 47
4.5.2. Proponowane zmiany w zakresie przedstawiania informacji o terenach zabudowanych 47
4.5.3. Propozycje uspójnienia VMap i TBD w zakresie przedstawiania informacji o drogach 50
4.5.4. Propozycje uspójnienia VMap i TBD w zakresie przedstawiania informacji o sieci hydrograficznej 60
4.5.5. Propozycje uspójnienia VMap i TBD w zakresie wybranych wykazów obiektów 62
4.6. Proponowane zmiany Wytycznych Technicznych „Baza Danych Topograficznych” 65
4.7. Proponowane zmiany instrukcji operatorskiej VMap 65
4.8. Ryzyko zmian 66
4.9. Wykorzystanie istniejących baz danych do tworzenia VMap L2 66

5. USPÓJNIENIE METADANYCH BAZ TBD I VMAP L2 *(DARIUSZ GOTLIB, ADAM IWANIAK, TOMASZ WILCZYŃSKI)* 69

5.1. Wprowadzenie 69
5.2. Rodzaje metadanych 69
5.3. Standardy metadanych 70
5.3.1. Norma ISO 19115 70
5.4. Polski standard metadanych 71
5.5. Metadane pozyskiwane w ramach opracowania bazy VMap L2 72
5.5.1. Poziom bazy danych 72
5.5.2. Poziom biblioteki 73
5.6. Metadane pozyskiwane w ramach opracowania bazy TBD 76

5.7. Różnice zawartości metadanych pomiędzy TBD i VMap L2 81
5.8. Metadane w globalnej infrastrukturze danych przestrzennych..... 82
5.9. Implementacja baz metadanych w strukturze administracji geodezyjnej w Polsce 83
5.10. Rola i miejsce metadanych TBD i VMap L2 w projekcie systemu metadanych dla Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego..... 85

6. USPÓJNIENIE NUMERYCZNEGO MODELU TERENU (*DARIUSZ GOTLIB, ROBERT JAROSZUK, MARIUSZ MORAŃDA, ROBERT OLSZEWSKI, MICHAŁ STANKIEWICZ*) 87

6.1. Wprowadzenie..... 87
6.2. Podstawowe pojęcia związane z NMT..... 88
6.3. Analiza istniejących modeli rzeźby terenu..... 89
6.3.1. Archiwalne materiały kartograficzne..... 90
6.3.2. NMT w Bazie Danych Topograficznych..... 92
6.3.3. NMT opracowywany przez Służbę Geograficzną Wojska Polskiego..... 94
6.3.4. Numeryczny model terenu opracowany w ramach misji SRTM..... 99
6.3.5. Numeryczny model terenu opracowany w ramach projektu LPIS... 101
6.4. Analiza możliwości wykorzystania NMT do aktualizacji bazy VMap L2 drugiej edycji oraz opracowania komponentu KARTO bazy TBD 103
6.5. Analiza możliwości wykorzystania modelu SRTM 103
6.6. Koncepcja opracowania wielorozdzielczego NMT w Bazie Danych Topograficznych..... 104
6.7. Wnioski 106

7. PODSUMOWANIE (*DARIUSZ GOTLIB, ADAM IWANIAK, ROBERT OLSZEWSKI*)..... 113

LITERATURA 117

CREATION OF THE NATIONAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE IN POLAND – HARMONISATION OF REFERENCE DATABASES 121

1. WPROWADZENIE (*DARIUSZ GOTLIB, ADAM IWANIAK, ROBERT OLSZEWSKI*)

1.1. Budowa SDI na poziomie globalnym i regionalnym

Infrastruktura danych przestrzennych (ang. *SDI – Spatial Data Infrastructure*) to zespół odpowiednich technologii, środków politycznych i ekonomicznych, przedsięwzięć instytucjonalnych oraz zasobów ludzkich niezbędnych dla efektywnego zbierania, zarządzania, udostępniania i wykorzystania danych geograficznych przez społeczność na poziomie państwa, grupy państw lub na poziomie ogólnoświatowym.

Budowa globalnego SDI jest integralnie związana z działalnością takich organizacji, jak GSDI (*Global Spatial Data Infrastructure*), OGC (*Open GIS Consorcium*) czy ISO (*International Standard Organization*). Dobrym przykładem budowy SDI na poziomie regionalnym jest europejski projekt INSPIRE (*Infrastructure for Spatial Information in Europe*). Projekt ten jest inicjatywą Komisji Europejskiej[1]. Dyrektywa określa „ogólne zasady mające na celu ustanowienie infrastruktury informacji przestrzennej we Wspólnocie dla celów wspólnotowej polityki środowiskowej, a także polityki lub działań, które mogą mieć bezpośredni lub pośredni wpływ na środowisko". Istotą projektu INSPIRE jest tworzenie zharmonizowanych baz danych przestrzennych oraz uzgodnienia jednolitej metody wymiany danych przestrzennych. Zgodnie z dyrektywą infrastruktura informacji przestrzennej we Wspólnocie będzie oparta na infrastrukturach ustanowionych i działających w Państwach Członkowskich.

1.2. Krajowa Infrastruktura Danych Przestrzennych

Podstawowym celem budowy krajowej infrastruktury danych przestrzennych (ang. *NSDI – National Spatial Data Infrastructure*) jest ułatwienie dostępu do danych przestrzennych obywatelom danego kraju, jednostkom administracji publicznej, firmom komercyjnym, wyższym uczelniom itd. Zadanie to realizowane jest od strony technicznej poprzez zapewnienie dostępu do usług geoinformacyjnych w sieci Internet/Intranet, a od strony organizacyjno-prawnej poprzez opracowanie odpowiednich zapisów prawnych, struktur organizacyjnych, porozumień pomiędzy różnymi organizacjami. Zadanie związane z ustanowieniem prawa, zawarciem porozumień, utworzeniem właściwych struktur organizacyjnych realizuje się drogą uzgodnień, kompromisów i negocjacji.

Rozpatrując budowę SDI na poziomie kraju, należy pamiętać, że jednym z głównych powodów jej budowy jest dążenie do ograniczenia wielokrotnego pozyskiwania tych samych danych geograficznych. Praktycznie każdy system informacji przestrzennej zarówno opracowywany dla potrzeb planowania przestrzennego, ochrony środowiska, zarządzania miastem, analiz geomarketingowych, jak i wspierania operacji militarnych potrzebuje danych referencyjnych, w stosunku do których można zlokalizować interesujące

[1] *http://inspire.jrc.it/*

z punktu widzenia jego użytkowników obiekty lub zjawiska . Zadanie to realizowane jest m.in. przez:

- budowę referencyjnych baz danych topograficznych dla poziomu lokalnego, regionalnego i krajowego,
- budowę baz metadanych (serwerów katalogowych) umożliwiających sprawdzenie, jakie dane są dostępne lub będą pozyskane w przyszłości,
- wprowadzenie unikalnych identyfikatorów dla obiektów geograficznych umożliwiających integrację danych z różnych baz danych przestrzennych.

Tworzenie baz danych referencyjnych, które mogłyby być szeroko wykorzystywane przez różne branże, ma jeszcze dodatkową zaletę: pozwala zachować spójność danych przestrzennych zawartych w wielu specjalistycznych zbiorach danych, a tym samym umożliwić wykonywanie wcześniej niemożliwych do realizacji analiz bazujących na połączonych danych. Innym istotnym aspektem budowy NSDI jest interoperacyjność, czyli opracowanie technologii, które są uniezależnione od sprzętu i oprogramowania. Dzięki temu stworzone mają być warunki sprzyjające automatyzacji, uproszczeniu obsługi i maksymalnemu wykorzystaniu już istniejących zasobów.

1.3. Dane referencyjne

Pod pojęciem danych referencyjnych rozumie się dane, które stanowić mogą osnowę do gromadzenia danych specjalistycznych i podstawę do wizualizacji danych tematycznych.

Stosowanie jednolitych danych referencyjnych jest istotne z kilku powodów:

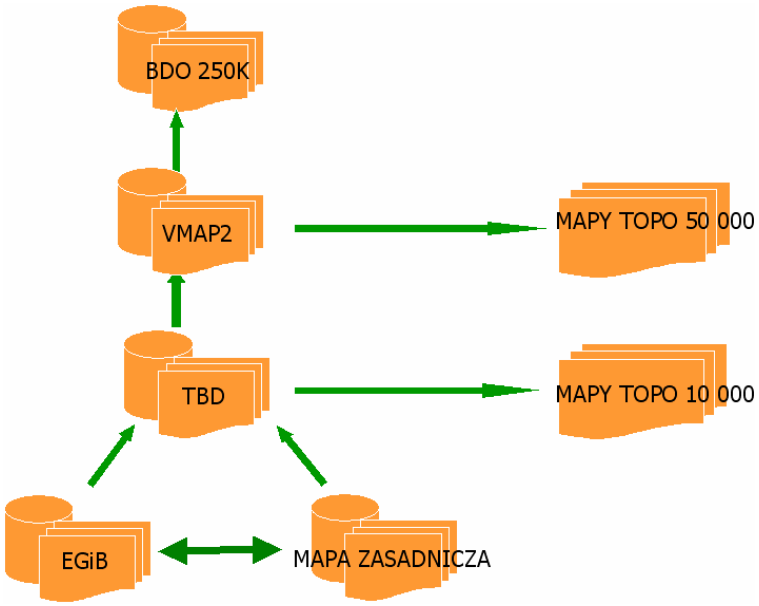
- znacząco obniża koszty gromadzenia i aktualizacji różnych baz danych przestrzennych,
- ułatwia współdziałanie systemów informacji przestrzennej opartych na tych samych danych źródłowych.

Utrzymywane w stanie aktualności geoprzestrzenne dane podstawowe (ang. *base, fundamental*) stosowane są przez większość użytkowników – stanowiąc wspólny zasób (ang. *core data*). Dane te umożliwiają zarazem identyfikowanie innych obiektów i zjawisk, stanowiąc dla nich odniesienie przestrzenne (ang. *reference data*). Danymi spełniającymi wymienione warunki są przede wszystkim dane topograficzne. Przez wiele lat podstawowym źródłem referencyjnej informacji topograficznej były analogowe mapy topograficzne, zastępowane od wielu już lat przez bazy danych topograficznych. Powstające współcześnie opracowania wykorzystujące dane przestrzenne (zarówno topograficzne, jak i tematyczne) często oparte są na zaproponowanej przez przedstawicieli tzw. szkoły hanowerskiej (D. Grünrich, 1991, 1995) idei rozdzielenia baz danych przestrzennych od opracowań kartograficznych, wyróżniając dwa odmienne modele danych przestrzennych: pierwszy obejmujący numeryczny model krajobrazu – DLM (*digital landscape model*) i drugi obejmujący numeryczny model kartograficzny – DCM (*digital cartographic model*). Baza danych budowana w oparciu o model DLM zawiera rzeczywiste położenie obiektów, zaś w oparciu o cyfrowy model kartograficzny DCM – dane poddane procesowi redakcji kartograficznej. Z jednej bazy danych numerycznego modelu krajobrazu można opracować wiele numerycznych modeli kartograficznych, zróżnicowanych pod względem przeznaczenia, skali i metod prezentacji. Istotą tego zróżnicowania jest odmienność przeznaczenia. Dane z modelu DLM zasilają systemy GIS zorientowane na prowadzenie analiz przestrzennych, zaś dane z modelu DCM – systemy produkcji map.

W ostatnich latach w Polsce w ramach budowy infrastruktury danych przestrzennych opracowane zostały bazy danych przestrzennych pokrywające znaczne obszary całego kraju. Zgromadzone dane mogą posłużyć jako systemy referencyjne dla opracowań tematycznych. Do tego typu baz danych należą:

- Baza Danych Ogólnogeograficznych BDO (odpowiadająca dokładnością i szczegółowością mapom 1:250 000),
- Wojskowe mapy wektorowe VMap L0, VMap L1, VMap L2, VMap L3, SMW (odpowiadające dokładnością i szczegółowością odpowiednio mapom 1:1 000 000, 1: 250 000, 1:50 000, 1:25 000, 1:10 000) budowane zgodnie ze standardami NATO,
- Państwowy Rejestr Granic – PRG,
- Ortofotomapa w skali 1:26 000 i w skali 1:13 000 dla Polski południowo-wschodniej,
- Baza Danych Topograficznych – TBD odpowiadająca w przybliżeniu dokładnością i zakresem treści cywilnej mapie topograficznej 1:10 000.

W oparciu o powyższe produkty w latach 2002–2003 powstała w Głównym Urzędzie Geodezji i Kartografii koncepcja Krajowego Systemu Informacji Geograficznej (rys. 1).



Rys. 1. Docelowy przepływ danych pomiędzy komponentami KSIG
(na podstawie A.Iwaniak 2003)
Fig. 1. The final data flow between the components of the National Geographic Information System
(based on A.Iwaniak 2003)

KSIG stanowi referencyjny rejestr państwowy, zawierający bazy danych przestrzennych opracowane dla obszaru kraju, a także procedury i techniki służące systematycznemu zbieraniu, aktualizowaniu, przetwarzaniu i udostępnianiu danych.

Aby możliwy był przepływ danych pomiędzy poszczególnymi komponentami KSIG, konieczna jest harmonizacja modelu pojęciowego wchodzących w jego skład wymienionych baz danych o charakterze referencyjnym. Pod pojęciem tym rozumie się uspójnienie sposobu modelowania obiektów topograficznych w poszczególnych bazach danych umożliwiające wzajemną wymianę danych przestrzennych pomiędzy tymi bazami. Ze względu na to, iż Baza Danych Topograficznych oraz baza VMap L2 stanowić mają z założenia podstawowe źródło danych topograficznych, zarówno do zasilania urzędowych systemów informacji przestrzennej, systemów produkcji map topograficznych, jak i opracowań tematycznych, szczególne znaczenie ma harmonizacja właśnie tych dwóch zasobów danych. W chwili obecnej są to oddzielne bazy opracowane dla różnych poziomów skalowych, niepowiązane ze sobą w żaden sposób, opracowane na podstawie innych źródeł danych, pod kątem nieco innych zastosowań i powstające w innych uwarunkowaniach organizacyjno-technologicznych.

Bazę Danych Topograficznych należy uznać za produkt spełniający wspomnianą wcześniej ideę D. Grünrich'a stosowania modelu DLM i DCM: (komponent TOPO i NMT jako zgodny z modelem DLM oraz komponent KARTO zgodny z modelem DCM). Wytworzona w latach 2000–2005 baza VMap L2 (pierwszej edycji) jest natomiast produktem hybrydowym, bez wyraźnego rozdzielenia cech modelu DLM i DCM. W kontekście rozpoczynającej się aktualizacji VMap szczególnie istotne wydaje się więc zarówno zdefiniowanie struktury podstawowej bazy VMap L2 jako egzemplifikacji modelu DLM, jak również określenie zasad harmonizacji baz danych TBD i VMap będących kluczowymi elementami tworzonej w Polsce krajowej infrastruktury danych przestrzennych (ang. *NSDI – National Spatial Data Infrastructure*).

W tym kontekście nadarza się okazja do spojrzenia na wszystkie wymienione bazy jako na bazy referencyjne, które powinny ulec uspójnieniu w możliwie szerokim zakresie i stanowić osnowę dla specjalistycznych opracowań tematycznych. Spojrzenie to wymusza już na wstępie postawienie kilku pytań. Czy w obecnej sytuacji jest możliwe mówienie o jednej, spójnej pojęciowo bazie danych referencyjnych dla całego kraju, czy może być ona dostępna w możliwie krótkim czasie i jakie warunki musi ona spełnić, aby być zaakceptowana przez wszystkich?

Jeżeli wymienione powyżej bazy danych referencyjnych będą rozwijać się dalej całkowicie niezależnie – odpowiedź będzie zapewne negatywna. Jeżeli natomiast zostanie podjęty wysiłek integracji tych rozwiązań z zachowaniem zarazem pewnej autonomiczności ścieżek rozwojowych istniejących rozwiązań, efekt może być bardzo satysfakcjonujący. Warunkiem sukcesu jest jednak szybkość podjęcia odpowiednich działań, w szczególności rozpoczęcia harmonizacji istniejących baz danych.

W opracowaniu przedstawione zostaną podstawowe założenia budowy SDI, stanowiące kontekst harmonizacji baz danych topograficznych i tematycznych; propozycje w zakresie harmonizacji modelu pojęciowego baz VMap L2 i TBD, podstawowe założenia dotyczące opracowania wspólnych metadanych dla VMap i TBD oraz

propozycje rozszerzenia koncepcji NMT pozwalające na włączenie danych o rzeźbie terenu do jednej, wielorozdzielczej bazy danych referencyjnych.

Niniejsze opracowanie ma z założenia pomóc w podjęciu tych działań poprzez możliwie wnikliwe naświetlenie istniejącego stanu rzeczy oraz pokazanie kierunków działań, które mogą stanowić punkt wyjścia do budowy docelowych strategii i koncepcji harmonizacji referencyjnych baz danych w ramach budowy SDI w Polsce.

2. INFRASTRUKTURA DANYCH PRZESTRZENNYCH[2] *(ADAM IWANIAK)*

2.1. Wstęp

Pierwsze systemy GIS pojawiły się na początku lat 60. XX w. w Kanadzie i związane były z zarządzaniem zasobami naturalnymi. Od tego czasu lista zastosowań systemów informacji geograficznej powiększa się systematycznie. Największy wkład w popularyzację GIS-u ma Internet. Początkowo Internet był wykorzystywany do udostępniania map rastrowych na stronach WWW oraz przesyłania danych w sieci rozległej. Na kolejnym etapie opracowano metody udostępniania map w postaci wektorowej. Każda duża firma tworząca oprogramowania GIS opracowała swój własny standard dystrybucji map wektorowych. Uświadomiło to zapewne szerokiej społeczności użytkowników systemów informacji geograficznej konieczność opracowania jednolitych standardów tworzenia usług w sieci Internet, których celem jest wyszukiwanie, udostępnianie, aktualizowanie, przetwarzanie i wizualizacja danych przestrzennych. Rozpoczęto pracę nad infrastrukturą danych przestrzennych (ang. *SDI – Spatial Data Infrastructure*).

Infrastruktura danych przestrzennych zdefiniowana jest (Leksykon PTIP)[3] jako zespół środków prawnych, organizacyjnych, ekonomicznych i technicznych, które:

- zapewniają powszechny dostęp do danych i usług geoinformacyjnych dotyczących określonego obszaru,
- przyczyniają się do efektywnego stosowania geoinformacji dla zrównoważonego rozwoju danego obszaru,
- umożliwiają racjonalne gospodarowanie zasobami geoinformacyjnymi.

Jak widać z powyższej definicji, zakres pojęciowy SDI znacznie wykracza poza zagadnienia techniczne. Udostępnianie danych, które jeszcze niedawno były tajne/poufne, wymaga odpowiednich regulacji prawnych. Musimy wiedzieć komu, ile i za jakie mapy należy zapłacić, a które opracowania będą udostepniane nieodpłatnie. Jeżeli znajdziemy w Internecie dwa opracowania pochodzące od różnych instytucji, przedstawiające tę samą treść, ale trochę inaczej, to nie tylko nasunie się pytanie, która z map jest dokładniejsza, ale również, czy sensowne było dwukrotne pozyskiwanie tych samych danych. Pojęcie SDI jest zatem bardzo szerokie.

2.2. Aktorzy SDI

Traktując SDI jako system informatyczny, możemy rozważyć różne przypadki użycia systemu. Zgodnie z metodyką projektowania wykorzystującą UML (ang. *Unified*

[2] Materiał opracowany na podstawie A.Iwaniak, 2005

[3] PTIP – Polskie Towarzystwo Informacji Przestrzennej, *http:// www.ptip.org.pl*

Modeling Language – zunifikowany język modelowania) przypadek użycia to podsumowanie scenariuszy pojedynczego zadania lub celu. Aktor to ktoś albo coś, co inicjuje zdarzenia związane z tym zadaniem. Aktor określa rolę, którą odgrywa człowiek, inny system lub jakieś urządzenie.

W przypadku SDI możemy wyróżnić następujących aktorów:

- Użytkownik
- Producent danych i usług
- Dostawca danych i usług
- Ustawodawca i koordynator
- Broker
- Wytwórca produktów przetworzonych
- Wygrywający

O ile zadania pierwszych czterech aktorów są dość jednoznaczne, to kluczowe zadanie w SDI przypada aktorowi *broker*. Zadanie jego polega na wyszukaniu najlepszego zestawu danych przestrzennych (map) na podstawie zadanych kryteriów – atrybutów metadanych, tzn. zadania tego aktora są utożsamiane z zadaniami serwera katalogowego.

*Wytwórca produktów przetworzonych (*ang. *value adder)* – jest bardzo ważnym aktorem mogącym w przyszłości decydować o dynamice rozwoju SDI. Jego zadanie polega na zwiększeniu usług dodanych, to jest rozszerzaniu istniejących usług geoinformacyjnych o dodatkową funkcjonalność. Rozwiązania promowane w SDI „zostaną zaprojektowane w sposób zapewniający możliwość łączenia zbiorów danych przestrzennych lub współdziałania usług, tak aby wyniki spójnego łączenia tych zbiorów stanowiły nowy produkt, bez potrzeby specjalnej ingerencji człowieka lub komputera" (projekt dyrektywy INSPIRE, art. 12, pkt. 1).

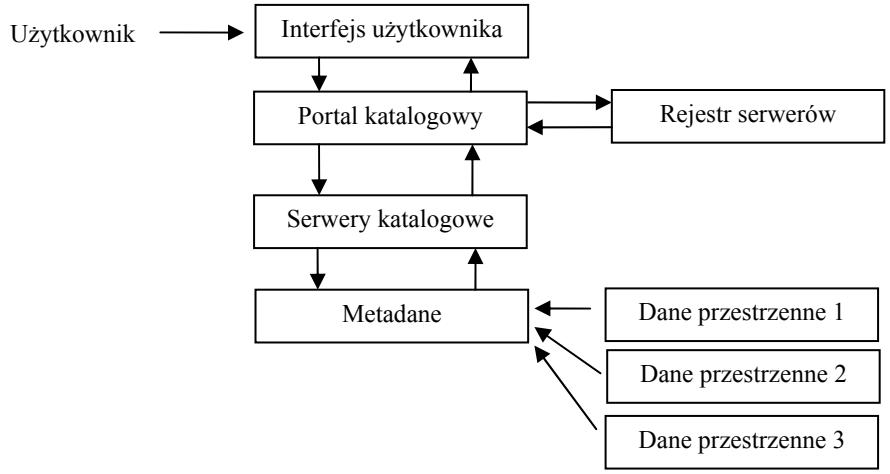
*Wygrywający (*ang. *value taker*[4]*)* to aktor osiągający maksymalny zysk przy minimalnych nakładach.

2.3. Metadane

Kluczowym zagadnieniem w SDI są metadane. Metadane, czyli dane o danych, udostępnione na tzw. serwerach katalogowych pełnią podobną rolę jak wyszukiwarka w sieci Internet – pozwalają na wyszukanie pożądanych danych przestrzennych. Aby powstały serwery katalogowe i programy, które z nich korzystają (klienci), konieczne jest wprowadzenie norm i standardów. W USA już w 1994 Federalny Komitet Danych Geograficznych opracował standard metadanych oraz zaadaptował oprogramowanie do gromadzenia, publikowania i wyszukiwania metadanych, wykorzystywane dla zbiorów bibliotecznych.

Architektura systemu wykorzystująca metadane gromadzone w serwerach katalogowych została przedstawiona na rysunku 2.

[4] Aktor ten rozpatrywany jest tylko w aspekcie finansowym



Rys. 2. Schemat funkcjonowania serwisów katalogowych
Fig. 2. The operating diagram of catalog services

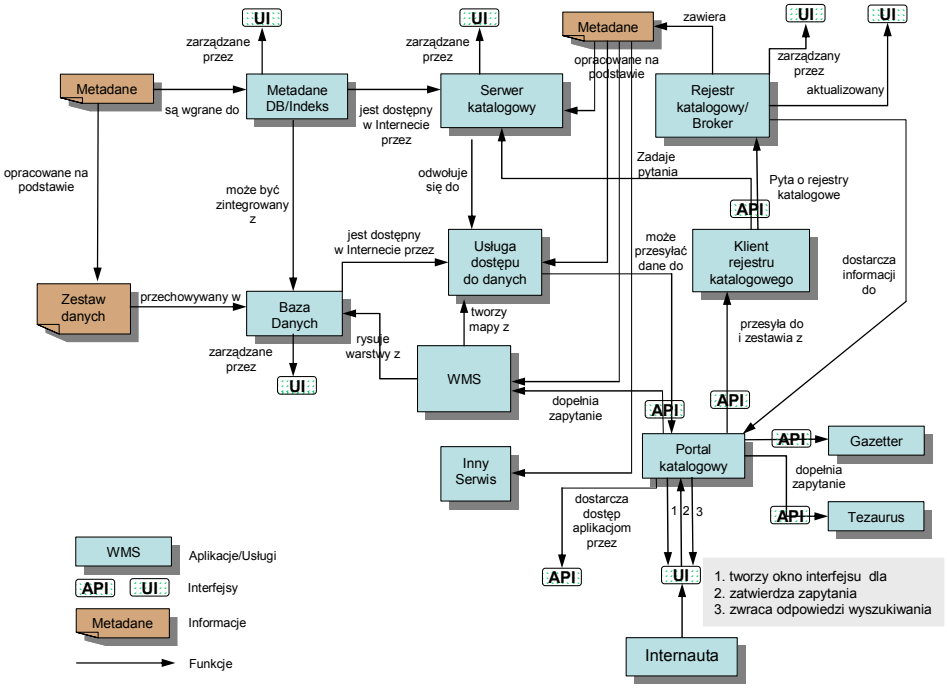
Internauta pragnący wyszukać interesujący go zestaw danych przestrzennych łączy się z *portalem katalogowym*. Portal zawiera interfejs użytkownika, pozwalający na zadanie pytania określającego kryteria, jakie mają spełnić wyszukiwane dane. *Portal katalogowy* pobiera listę *serwerów katalogowych* z *rejestru serwerów*. Następnie dokonuje translacji pytania internauty zgodnie ze specyfikacją protokołu, jakim komunikuje się *z Serwerem katalogowym*[5] i wysyła do niego zapytanie. *Serwer katalogowy* (pełni rolę serwera, *portal katalogowy* jest jego klientem) odbiera pytanie, sprawdza, które ze zbiorów metadanych spełniają zadane kryteria i odsyła odpowiedź do *portalu katalogowego* (Użytkownika). Ponieważ *rejestr serwerów* zawiera listę serwerów *katalogowych,* to raz zadane pytanie może być wysyłane do wszystkich serwerów na liście.

2.4. Usługi dostępu do danych przestrzennych

Złożoność współdziałania usług geoprzestrzennych można przeanalizować na przykładzie działania portalu katalogowego, przedstawionego na rysunku 2. Punktem startowym dla użytkownika (Internauty) jest portal katalogowy (brama – ang. *gateway*). Stąd kierowane są pytania do serwerów katalogowych, udostępnianych z rejestru katalogowego. Wyszukane dane są wizualizowane poprzez serwis WMS.

W opisywanym schemacie (rys. 3) kluczowe zadanie przypada aktorowi broker, którego zadaniem jest wyszukanie zestawu danych przestrzennych (map), na podstawie zadanych kryteriów – atrybutów metadanych.

[5] Pierwotnie był to protokół Z.39.50 zaprojektowany i wykorzystywany do wyszukiwania zbiorów bibliotecznych. Obecnie coraz częściej przechodzi się na protokół http



Rys. 3. Schemat funkcjonalny usług geoinformacyjnych dostępu do danych przestrzennych (na podstawie *The SDI Cookbook*)
Fig. 3. The functional diagram of geoinformation services related to Access to spatial data (basing on *The SDI Cookbook*)

2.5. Standardy

W połowie lat 90. ubiegłego stulecia zintensyfikowano prace nad normalizacją rozwiązań związanych z budową systemów informacji geograficznej na poziomie międzynarodowym. W tym celu został powołany komitet techniczny TC 211 przy Międzynarodowej Organizacji Standaryzacyjnej ISO. Jego odpowiednik TC 287 przy europejskim komitecie normalizacyjnym CEN powstał rok wcześniej, ale praca zespołu została zawieszona w 1998 roku i ponownie reaktywowana w 2003 roku, w związku z rozpoczęciem prac nad projektem INSPIRE.

W kraju od 2001 działa przy Polskim Komitecie Normalizacji komitet techniczny ds. informacji geograficznej – KT 297. Zgodność prac poszczególnych komitetów zapewniona jest poprzez hierarchiczną strukturę na poziomie międzynarodowym TC211, regionalnym – europejskim TC 287 i krajowym KT 297. Komitet techniczny TC 211 opracował całą serię norm serii 19100 dotyczącą informacji geograficznej. Powołany na nowo komitet TC 287 zajmuje się jej adaptacją do potrzeb europejskich, a prace komitetu KT 297 związane są z adaptacją norm europejskich do potrzeb krajowych.

Obecnie PKN zatwierdził 9 norm z serii 19100 (szczegółowe informacje dostępne są na stronie www.gugik.gov.pl/kt297/.), w tym normę 19115. Ma to istotne znaczenie, bowiem zgodnie z ustawą z dnia 10 czerwca 1994 r. o zamówieniach publicznych (art. 17.1) „ … zamawiający winien m.in. określić przedmiot zamówienia publicznego za pomocą cech technicznych i jakościowych, z uwzględnieniem Polskich Norm wprowadzających normy europejskie (…)".

Warto zauważyć, że Międzynarodowa Organizacja Standaryzacyjna ISO przy opracowywaniu norm serii 19100 wykorzystała i zaadaptowała szereg standardów opracowanych przez OGC (ang. *Open Geospatial Consortium*).

Nie ulega wątpliwości, że urzędy dużych miast w Polsce będą uczestniczyć w budowie infrastruktury danych przestrzennych, a ich zasób geodezyjno-kartograficzny będzie częścią europejskiej infrastruktury danych przestrzennych. Dlatego niezmiernie istotnym jest, aby w trakcie budowy systemu wykorzystać rozwiązania oparte na normach i standardach europejskich, które będą wykorzystane zgodnie z technologią przyjętą w INSPIRE.

2.6. Budowa SDI na poziomie globalnym i regionalnym

Budowa globalnego SDI związana jest z działalnością organizacji GSDI, OGC czy ISO. Asocjacja GSDI prowadzi szeroko rozumianą działalność edukacyjną, np. opracowując i bezpłatnie udostępniając kompendium infrastruktury danych przestrzennych czy kompendium funkcjonowania jej wybranych usług geoinformacyjnych – *The OpenGIS Web Map Server Cookbook.* GSDI organizuje również ogólnoświatowe konferencje poświęcone wdrażaniu SDI na poziomie lokalnym, krajowym, regionalnym i globalnym.

ISO i OGC są organizacjami związanymi z tworzeniem norm i standardów. Standardy opracowane przez OGC mają charakter pragmatyczny z punktu widzenia implementacji SDI. Ich niewątpliwą zaletą jest fakt, iż są dostępne bezpłatnie na stronie WWW konsorcjum OGC.

Normy ISO dotyczące informacji geograficznej tworzą całą serię norm 19100. Wiele z nich zostało zapożyczonych ze standardów opracowanych przez OGC, np. usługi WMS czy standard wymiany danych geograficznych GML. Mają one charakter prawny i są adaptowane przez Europejską Komisję Standaryzacyjną CEN, a następnie przez krajowe komitety organizacyjne.

INSPIRE (Infrastructure for Spatial Information in Europe) jest dobrym przykładem budowy SDI na poziomie regionalnym. Istotą projektu INSPIRE jest tworzenie zharmonizowanych baz danych przestrzennych oraz uzgodnienia jednolitej metody wymiany danych przestrzennych. Projekt ten jest inicjatywą Komisji Europejskiej. W przeciwieństwie do budowy GSDI nie rozpoczęto od popularyzacji standardów i edukacji, ale od przygotowania projektu dyrektywy budowy europejskiej infrastruktury informacji przestrzennej[6]. Dyrektywa określa „ogólne zasady mające na celu ustanowienie infrastruktury informacji przestrzennej we Wspólnocie dla celów wspólnotowej polityki środowiskowej, a także polityki lub działań, które mogą mieć bezpośredni lub pośredni

[6] *http://inspire.jrc.it/*

wpływ na środowisko". Dyrektywa wyraźnie wskazuje, że dane opracowane w ramach projektu mają być udostępniane bezpłatnie dla potrzeb administracji publicznej. Zobowiązuje kraje członkowskie do budowy geoportali oraz serwerów katalogowych (baz metadanych). Zawiera trzy aneksy określające zakres tematyczny systemu oraz podaje harmonogram jego wdrażania.

2.7. Budowa krajowej infrastruktury danych przestrzennych

Podstawowym celem budowy i utrzymania krajowej infrastruktury danych przestrzennych jest ułatwienie dostępu do danych przestrzennych obywatelom danego kraju, jednostkom administracji publicznej, firmom komercyjnym, wyższym uczelniom itd. Zadanie to realizowane jest od strony technicznej poprzez zapewnienie dostępu do usług geoinformacyjnych w sieci internet/intranet, a od strony organizacyjno-prawnej – poprzez opracowanie odpowiednich zapisów prawnych, struktur organizacyjnych, porozumień pomiędzy różnymi organizacjami. Warto zauważyć, że komputery, oprogramowanie i dane można kupić, a głównym ograniczeniem są finanse, oczywiście ogromne w skali kraju. Zadania związane z ustanowieniem prawa, zawarciem porozumień, utworzeniem właściwych struktur organizacyjnych trzeba zrealizować drogą uzgodnień, kompromisów i negocjacji. Rozpatrując SDI na poziomie kraju, należy pamiętać, że jednym z głównych powodów jej budowy jest chęć ograniczenia wielokrotnego pozyskiwania tych samych danych geograficznych. Zarówno systemy GIS opracowane dla potrzeb planowania przestrzennego, jak i badań marketingowych potrzebują danych, w stosunku do których można zlokalizować przedstawiane obiekty lub zjawiska. Zadanie to jest realizowane przez:

- budowę baz danych referencyjnych dla poziomu lokalnego, regionalnego i krajowego,
- budowę baz metadanych (serwerów katalogowych) umożliwiających sprawdzenie, jakie dane zostały lub będą pozyskane,
- wprowadzenie unikalnych identyfikatorów dla obiektów geograficznych umożliwiających integrację danych z różnych baz (są to zarówno bazy nazw geograficznych, jak i identyfikatory nieruchomości).

Tworzenie baz danych referencyjnych, które mogłyby być wykorzystywane przez wszystkich zainteresowanych, ma jeszcze dodatkową zaletę – pozwala zachować spójność danych przestrzennych pochodzących z różnych baz. Innym istotnym aspektem budowy NSDI jest interoperacyjność, która ściśle wiąże się ze standaryzacją.

W drugiej połowie lat 90. XX w. popularna była koncepcja tworzenia systemów z wykorzystaniem tzw. hurtowni danych. Polegała ona na importowaniu, konwersji i harmonizacji danych pochodzących z różnych źródeł do jednej bazy danych, np. Oracle, co przedstawiono na rysunku 1. Dzięki stosowaniu standardów WMS i WFS związanych z dystrybucją danych przestrzennych w Internecie możliwe jest rozwiązanie polegające na integrowaniu danych realizowanym na poziomie klienta – niezależnie generowanych przez serwery WMS – z wykorzystaniem np. przeglądarki internetowej (rys. 2). Należy zaznaczyć, że w tym rozwiązaniu usługi WMS lub WFS integrują dane pochodzące z różnych źródeł, jednak w żaden sposób nie gwarantują im spójności. Fizycznie infrastruktura tworzona jest przez sieć internet/intranet i komputery udostęp-

niające szeroki wachlarz usług geoprzestrzennych. Usług tych może być równie dobrze kilkadziesiąt, jak i kilkadziesiąt tysięcy. Z punktu widzenia użytkownika wygodnie jest, aby istniała strona WWW (tzw. geoportal), udostępniająca jeśli nie wszystkie, to przynajmniej większość usług w danym kraju. Geoportal jest rodzajem interfejsu użytkownika, który pozwala na wyszukanie, przeglądanie, skopiowanie, zamówienie i kupienie danych przestrzennych.

2.8. Problemy i zagrożenia

Problemom i zagrożeniom wdrażania SDI poświęcona jest obszerna część opracowania *The SDI Cookbook*. Warto przywołać jeden z akapitów polskiej edycji tego opracowania: „Dostęp do informacji jest utrudniony przez brak przejrzystości przepisów, wadliwą politykę w zakresie praw producentów danych, niedostateczną motywację dysponentów informacji oraz przeszkody natury technicznej." (J. Gaździcki, 2003).

Tego rodzaju trudności występują we wszystkich krajach Europy Środkowej. Ekonomist Intellgence Unit w raporcie[7] na temat *Przemian w administracji publicznej* opublikowała ranking e-administracji w Europie Środkowej. Kryteriami oceny były: infrastruktura komunikacyjna i techniczna, otoczenie biznesowe i prawne, wykształcenie i kwalifikacje, polityka i wizja rządu, e-demokracja, usługi publiczne on-line dla obywateli, usługi publiczne on-line dla firm. W klasyfikacji łącznej Polska na 10 punktów uzyskała 4.74, zajmując 4 pozycję za Estonią 5.87, Czechami 5.67, Słowenią 5.33. Wyprzedziliśmy Węgry 4.69, Litwę 4.62 i Łotwę 4.58. Ostatnie miejsca zajmują Słowacja 4.44, Rumunia 3.99 i Bułgaria 3.71.

Jednak podstawowymi trudnościami w budowie SDI na poziomie kraju są m.in. (J. Gaździcki, 2005a):

- Brak kompetencji decydentów
- Brak wiedzy i dostatecznego doświadczenia specjalistów
- Brak ogólnie akceptowanej wizji stanu docelowego w dziedzinie geoinformacji w Polsce
- Brak strategii rozwoju dostosowanej do tej wizji
- Przestarzałe, niespójne przepisy prawne w zakresie geoinformacji
- Niedostosowane do potrzeb struktury administracyjne
- Niewłaściwe planowanie i realizowanie kosztownych projektów, prowadzące do marnotrawstwa czasu i środków

Z doświadczeń J. Gaździckiego (2005b) uzyskanych w trakcie równoległych prac nad regulacjami Prawa Geodezyjnego i Kartograficznego oraz dyrektywy INSPIRE wynika, że „łatwiej jest porozumieć się w wielojęzycznym gronie przedstawicieli wielu państw, których łączą wspólne idee i dążenia, niż w gronie operujących jednym językiem ojczystym przedstawicieli różnych urzędów i instytucji, których dzielą interesy osobiste i grupowe".

Również na poziomie województwa występuje wiele problemów dotyczących budowy SIT (J. Zieliński 2005), związanych m.in. z:

[7] Raport sponsorowany był przez firmę Oracle

- Uspójnieniem modeli baz danych przestrzennych
- Harmonizacją baz danych przestrzennych
- Opracowaniem jasnych zasad udostępniania danych i ich przekazywania pomiędzy różnymi poziomami zasobu
- Utworzeniem wiarygodnej urzędowej bazy metadanych
- Brakiem jednolitych standardów wymiany danych.

3. BAZY DANYCH REFERENCYJNYCH W POLSCE (*DARIUSZ GOTLIB, ADAM IWANIAK, ROBERT OLSZEWSKI, MICHAŁ STANKIEWICZ, TOMASZ WILCZYŃSKI*)

3.1. Wprowadzenie

Przedstawiony w rozdziale 1 na rysunku 1 schemat zależności pomiędzy komponetami Krajowego Systemu Informacji Geograficznej pokazuje istnienie kilku różnych baz danych opracowanych na różnych poziomach dokładności geometrycznej. Teoretycznie zakłada się konieczność wzajemnego przepływu danych pomiędzy komponentami KSIG oraz opracowywania lub aktualizacji baz pochodnych na podstawie bazy źródłowej.

W chwili obecnej są to jednak trzy oddzielne bazy (TBD, VMap L2, BDO), opracowane dla trzech poziomów dokładności i szczegółowości i niepowiązane ze sobą, opracowane na podstawie innych źródeł danych, do innych zastosowań i w innych uwarunkowaniach organizacyjno-technologicznych.

Zarówno cywilna, jak i wojskowa służba geodezyjno-kartograficzna jest obecnie na etapie definiowania infrastruktury danych przestrzennych w Polsce. W tym kontekście należy spojrzeć na wszystkie wymienione bazy jako na zasoby referencyjne, które powinny ulec uspójnieniu w możliwie szerokim zakresie i stanowić osnowę dla specjalistycznych opracowań tematycznych. Celowe wydaje się zwłaszcza uspójnienie prac w zakresie tworzenia Bazy Danych Topograficznych i VMap L2 drugiej edycji.

Uspójnienie prac w zakresie tworzenia TBD i VMap L2 wymaga wielu działań, począwszy od modyfikacji elementów modelu pojęciowego VMap, po decyzję o możliwości opracowania TBD na dwóch poziomach szczegółowości. Należy zaznaczyć, iż przyjęcie takich rozwiązań oznacza nie tylko przyspieszenie opracowania obu produktów, uniknięcie podwójnego gromadzenia danych i podwójnych kosztów, ale także otwiera nowe możliwości w zakresie wykorzystania zgromadzonych danych i zapewnia zgodność z najnowszymi światowymi trendami w budowaniu tzw. wielorozdzielczych/wielореprezentacyjnych baz danych przestrzennych (ang. *MRDB – Mulitiresolution/Multirepresentation Data Base*).

Dotychczasowa koncepcja TBD zakłada opracowanie bazy danych topograficznych o stopniu szczegółowości odpowiadającym mapom topograficznym w skali 1:10 000. Wdrożenie TBD jest realizowane głównie dla obszarów zurbanizowanych, obejmujących jedynie kilkanaście procent powierzchni kraju. Dla pozostałych obszarów przewidywana jest implementacja bazy danych topograficznych VMap L2 nowej edycji[8]. Model pojęciowy bazy VMap (oparty na standardzie NATO) został opracowany przed wielu laty dla zastosowań stricte wojskowych i znacznie odbiega od koncepcji TBD. Konieczność

[8] Wdrożenie procesów opracowania nowej edycji VMap L2 rozpoczęto na przełomie roku 2005 i 2006

współużytkowania referencyjnych danych przestrzennych, reprezentujących ciągłą przestrzeń geograficzną, skłania zatem do podjęcia próby opracowania jednego, spójnego pojęciowo modelu danych topograficznych i zastosowania koncepcji „wielorozdzielczej" bazy danych, która pozwoli np. na współistnienie w jednym zasobie danych o różnym poziomie dokładności i różnym poziomie uogólnienia.

3.2. Podstawowa charakterystyka TBD

Prace nad koncepcją Bazy Danych Topograficznych dla Polski zainicjował Główny Urząd Geodezji i Kartografii w 1998 roku. Rozpoczęto wówczas pilotowe wdrożenie elementów systemu na dwóch obszarach, tzw. obiektach „Wisła" i „Dunajec". Później wykonane zostały prace pilotażowe na obiekcie „Kujawy". Na podstawie zgromadzonych doświadczeń w marcu 2003 roku została wydana pierwsza wersja Wytycznych Technicznych „Baza Danych Topograficznych (TBD)" i rozpoczęto przygotowanie przetargów na pozyskanie danych.

Zgodnie ze wspomnianymi wytycznymi „Baza Danych Topograficznych" jest urzędową nazwą spójnego pojęciowo w skali kraju systemu gromadzenia, zarządzania i udostępniania danych topograficznych, funkcjonującego w oparciu o właściwe przepisy prawne. Określenie „Baza Danych Topograficznych" obejmuje zarówno zasób danych, system informatyczny zarządzania danymi, jak i odpowiedni system finansowania i organizacji. Zakres informacyjny i funkcjonalny oraz poziom technologiczny definiują odpowiednie wytyczne i instrukcje techniczne.

TBD rozumiana jest jako źródło danych nowej jakości w stosunku do dotychczasowych map topograficznych, będące wynikiem ewolucji metod pozyskiwania i zarządzania danymi. Baza Danych Topograficznych stanowić będzie jeden z istotnych elementów szeroko rozumianej infrastruktury danych przestrzennych (SDI) w Polsce.

Na obecnym etapie poziom informacyjny TBD przyjmuje się za zbliżony do poziomu informacyjnego cywilnych map topograficznych w skali 1:10 000. Nie wyklucza to jednak zarówno możliwości wprowadzania wybranych danych z opracowań wielkoskalowych, jak i opracowania bazy danych na poziomie informacyjnym odpowiadającym skali 1:50 000. Odpowiednia konstrukcja struktury bazy danych i systematyki obiektów umożliwia pokrycie terytorium kraju danymi topograficznymi o precyzji i szczegółowości zależnej od potrzeb (charakterystyki danego terenu) i możliwości gestorów TBD.

3.2.1. Zasób podstawowy i zasób kartograficzny TBD

W zasobie TBD wyróżnić można dwie wyraźne jego składowe:
- zasób podstawowy
- zasób kartograficzny

Zasób podstawowy jest częścią zasobu TBD zorganizowaną i zapisaną zgodnie z ogólnie przyjętymi standardami dotyczącymi budowy baz danych przestrzennych właściwymi systemom informacji geograficznej (GIS), zawierającą dane pomiarowe, niezniekształcone w wyniku zabiegów redakcyjnych związanych z prezentacjami

kartograficznymi, obarczone jedynie generalizacją pierwotną danych wynikającą z metod pomiaru i przyjętego modelu pojęciowego danych.
Zasób podstawowy TBD stanowią trzy główne bazy składowe:

1) „ciągła" przestrzennie wektorowa baza danych topograficznych tworzona w oparciu o technologię GIS (komponent TOPO)
2) zapisana w podziale sekcyjnym baza numerycznego modelu rzeźby terenu (komponent NMT)
3) zapisana w podziale sekcyjnym baza ortofotomap (komponent ORTOFOTO)

Zasób kartograficzny jest częścią zasobu TBD zorganizowaną zgodnie z kartograficznym modelem danych, będącą wynikiem przekształceń zasobu podstawowego, służącą opracowaniu wysokiej jakości prezentacji kartograficznych (w szczególności map topograficznych) zarówno w ramach TBD, jak i w zewnętrznych systemach produkcji map. Utworzenie cyfrowego zasobu kartograficznego (map cyfrowych) ma na celu m.in. udostępnienie danych topograficznych w formie cyfrowej dla systemów produkcji urzędowych map topograficznych i tematycznych.

3.2.2. Źródła danych

Za podstawowe źródło pozyskiwania danych geometrycznych bazy TBD uznaje się ortofotomapę cyfrową, wywiad terenowy oraz dane z baz danych opracowań wielkoskalowych (mapa zasadnicza, mapy ewidencyjne). Jako źródło pomocnicze uznaje się istniejące arkusze mapy topograficznej 1:10 000, wtórniki diapozytywów wydawniczych i materiały źródłowe ich opracowania (np. zbiory mapy cyfrowej 1:10 000 w tzw. wersji „szkieletowej", kalki pikiet wysokościowych, kalki nazw itp.).

W koncepcji TBD zakłada się, że wszystkie dane tworzące zasób TBD należy przekazywać do zasobu geodezyjno-kartograficznego za pośrednictwem plików wymiany w określonych formatach danych. Docelowo wszystkie dane przekazywane będą w formacie zdefiniowanym za pomocą języka GML (*Geographic Markup Language*).

3.2.3. Zakres informacyjny TBD

Podstawy modelu pojęciowego wektorowej bazy danych topograficznych TBD określa przyjęta klasyfikacja obiektów.

Podstawowym kryterium wyróżniania obiektów wchodzących w skład Bazy Danych Topograficznych jest kryterium fizjonomiczne. TBD opisuje głównie fizyczne cechy terenu a nie sposób użytkowania czy właściwości prawne. Wynika to także ze źródeł danych wykorzystywanych przy tworzeniu TBD. Koncepcja Bazy Danych Topograficznych opiera się na modelu topograficznym, a nie katastralnym lub modelu właściwym mapie zasadniczej.

W Bazie Danych Topograficznych na najwyższym poziomie klasyfikacyjnym wyróżniono następujące grupy obiektów:

1) Sieci cieków
2) Sieci dróg i kolei
3) Sieci uzbrojenia terenu
4) Kompleksy pokrycia terenu
5) Budowle i urządzenia

6) Kompleksy użytkowania terenu
7) Obiekty inne
8) Tereny chronione
9) Jednostki podziału terytorialnego
10) Osnowa geodezyjna i fotogrametryczna
11) Elementy rzeźby terenu

Model pojęciowy został skonstruowany w taki sposób, aby umożliwić:
- wyczerpujący opis terenu ze szczegółowością zbliżoną do opisu dostarczanego przez mapę topograficzną w skali 1:10 000,
- przedstawianie terenu na różnych poziomach uogólnienia i zapewnienie możliwości integracji danych właściwych różnym poziomom uogólnienia,
- łatwą rozbudowę modelu dla potrzeb tworzenia baz danych specjalistycznych (tematycznych),
- opracowywanie map topograficznych w skali 1:10 000 i 1:50 000 oraz prezentacje tematyczne,
- wykorzystanie danych z opracowań wielkoskalowych (kataster nieruchomości, Geodezyjna Ewidencja Sieci Uzbrojenia Terenu),
- współistnienie danych o różnej dokładności geometrycznej.

3.2.4. Organizacja produkcji

Baza Danych Topograficznych tworzona jest we współpracy pomiędzy Urzędami Marszałkowskimi a Głównym Urzędem Geodezji i Kartografii, z merytorycznym nadzorem tego drugiego. Dane pozyskiwane są przez firmy komercyjne w trybie przetargowym. Dane przyjmowane są do Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej oraz Wojewódzkich Ośrodków Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej.

Planuje się, że dane będą zarządzane poprzez System Zarządzania Bazą Danych Topograficznych budowany na poziomie centralnym i wojewódzkim.

3.2.5. Standardy wymiany danych

W koncepcji TBD zakłada się, że wszystkie dane tworzące zasób TBD należy przekazywać do zasobu geodezyjno-kartograficznego za pośrednictwem plików wymiany w określonych formatach danych. Planuje się, że docelowo wszystkie dane przekazywane będą za pomocą języka GML (*Geographic Markup Language*). Na obecnym etapie stosuje się jednak następujące formaty:
- format GML dla danych wektorowych bazy danych topograficznych zasobu podstawowego TBD i zasobu kartograficznego TBD
- format GeoTIFF dla ortofotomapy cyfrowej
- format ASCII dla danych pomiarowych NMT

W zakresie wydawania (udostępniania) danych z TBD standardy zostaną określone łącznie ze standaryzacją systemu informatycznego zarządzania TBD (o ile taka nastąpi). Poza standardem GML przewiduje się możliwość wydawania danych dla klientów TBD

w powszechnie używanych formatach będących standardami de facto, np. ArcView Shape, MapInfo Interchange Format, ArcInfo Interchange File, DGN itp.

3.2.6. Metadane

W trakcie tworzenia TBD z każdym nowo powstającym zbiorem danych, bez względu na jego zasięg przestrzenny i rodzaj, powinien być związany opisujący go zbiór metadanych. Metadane odnosi się do dowolnego obszaru podlegającego opracowaniu: arkusza mapy, zespołu arkuszy map, jednostki lub jednostek administracyjnych lub dla całej bazy danych opracowanej w ramach jednego zlecenia. Metadane te posłużą m.in. do opracowania modułu metainformacji w systemie zarządzania TBD.

3.3. Podstawowa charakterystyka VMap L2

Początki produktu VMap (Vector Smart Map) związane są z inicjatywą Wojskowej Agencji Kartograficznej Sił Zbrojnych USA (Defence Mapping Agency – DMA), która w 1993 r. zwróciła się do wojskowych służb geograficznych Belgii, Kanady, Francji, Grecji, Włoch, Holandii i Wielkiej Brytanii z propozycją wspólnego opracowania produktu wektorowego dla obszaru całego świata. Pierwsze oficjalne spotkanie w tej sprawie odbyło się 22 września 1993 r. w Kanadzie. Zaproszono na nie przedstawicieli wojskowych służb geograficznych wymienionych państw, a także Danii, Niemiec, Norwegii, Hiszpanii i Turcji. Na konferencji przedstawiono ogólne założenia projektu, który miał być realizowany według przygotowanej specyfikacji pod nazwą VMap L1. Produkt ten miał odpowiadać pod względem informacyjnym wojskowej mapie operacyjnej (Joint Operations Graphic – JOG) w skali 1:250 000. Ze względu na zbyt małą szczegółowość VMap L1 nie stanowi materiału przydatnego do zasilania danymi map w skalach większych, był to jednak pierwszy jednorodny produkt cyfrowy o tak dużej rozdzielczości informacyjnej i zasięgu globalnym. Produkt ten stał się pierwowzorem opracowań całego szeregu skalowego kolejnych baz danych przestrzennych z rodziny VMap. Pierwsze wydanie tego produktu po kilkunastu latach funkcjonowania doczekało się w roku 2004 aktualizacji.

W ciągu jedenastoletniej historii VMap zostało wypracowanych wiele rozwiązań i kierunków rozwoju tego produktu. Dokonano przede wszystkim podziału VMap ze względu na szczegółowość i dokładność notacji (rozdzielczości). I tak wyodrębnia się cztery poziomy map wektorowych:

poziom 0 – odpowiadający opracowaniom w skali 1:1 000 000,
poziom 1 – odpowiadający opracowaniom w skali 1:250 000,
poziom 2 – odpowiadający opracowaniom w skali 1:50 000,
poziom 3 – odpowiadający opracowaniom w skali 1:5000–1:25 000.

Dodatkowo w Polsce, bazując na technologii VMap, powstaje Szczegółowa Mapa Wektorowa (SMW) odpowiadająca mapom wojskowym w skali 1:10 000.

VMapa to mapa elektroniczna przedstawiająca sytuację terenową w postaci wektorowej z przypisanymi atrybutami opisowymi.

Podstawy modelu pojęciowego produktów z grupy VMap wywodzą się ze standardu wymiany cyfrowej informacji geograficznej DIGEST (*Digital Geographic Information Exchange Standard*). Standard ten jest zgodny z normami ISO TC211 oraz ISO 19115. Do opracowania koncepcji VMap wykorzystano przede wszytskim część II standardu

DIGEST – „Theoretical Model, Exchange Structure and Encapsulation Specification" – opisującą model teoretyczny danych i format wymiany VPF. Natomiast z części IV – „Feature and Attribute Coding Catalogue" – zaczerpnięto schemat kodowania obiektów geograficznych i ich atrybutów. Przy tworzeniu VMap L3 korzystano również z polskich odpowiedników tych dokumentów publikowanych w formie „Norm Obronnych".

Wojskowe opracowania cyfrowe objęła szeroko pojęta standaryzacja, niezbędna do automatyzacji dowodzenia oraz eksploatacji nowoczesnych systemów uzbrojenia. Ujednoliceniu podlegają tu układy odniesień przestrzennych, zawartość informacyjna, modele i formaty wymiany danych, a także ich organizacja na nośnikach dystrybucyjnych. Te elementy z kolei są określone precyzyjnie przez dokumenty standaryzacyjne NATO, tzw. STANAGi.

Bazy VMap poziomu 0 i poziomu 1 zostały opracowane w standardowej specyfikacji NATO dla tego produktu, jednolitej dla całego świata. Bazy VMap poziomu 2 i 3 oraz SMW są natomiast produktem narodowym, opartym na produkcie standardowym rozszerzonym o dodatkowe elementy i własne rozwiązania. Jednym z nich jest możliwość uzyskania z danych wydruku barwnego mapy topograficznej 1:50 000.

Dane cyfrowe VMap L2 opracowane przez Służbę Topograficzną WP (w późniejszym okresie przy współudziale GUGiK) obejmują obszar całej Polski. Baza danych przestrzennych powstawała na drodze wektoryzacji zeskanowanych diapozytywów wojskowych map topograficznych w skali 1:50 000. Cykl technologiczny opracowania VMap L2 związany był z zastosowaniem narzędzi cyfrowych firmy Intergraph (MGE, DYNAMO), Bentley (Microstation) i ORACLE. Wykorzystanie jako podstawowego źródła danych geometrycznych średnioskalowych, analogowych map topograficznych sprawia, że opracowana baza VMap L2 ma z jednej strony wiele cech właściwych bazom danych przestrzennych (model DLM), a z drugiej zaś wiele cech map cyfrowych (model DCM) Wynika to także z faktu, iż podstawowym celem VMap L2 było opracowanie nowej edycji mapy topograficznej 1:50 000, a nie zasilanie danymi systemów informacji przestrzennej (GIS) zorientowanych na prowadzenie złożonych analiz przestrzennych.

Baza VMap podzielona jest obszarowo na części. Obszar Rzeczpospolitej Polskiej został w opracowaniu podzielony na dziewięć tzw. bibliotek. Na każdą z nich składa się ok. 50–70 arkuszy mapy 1:50 000. Podział Polski na 9 prostokątnych bibliotek nie jest stały i nie wyklucza tworzenia bibliotek według innych kryteriów, np. podziału administracyjnego kraju. Możliwe jest także opracowanie ciągłej bazy danych VMap poziomu drugiego obejmującej obszar całej Polski. Podział na biblioteki wynika bowiem wyłącznie ze względów dystrybucyjnych.

Dane cyfrowe VMap L3 obejmują obszary graniczne Polski od początku granicy z Rosją, przez Litwę, Białoruś i Ukrainę do granicy ze Słowacją włącznie. Do wykonania tego produktu oprócz danych z map analogowych zostały użyte dodatkowo inne materiały, które umożliwiły poprawę geometrii i położenia obiektów oraz pozyskanie atrybutów obiektów. Do najważniejszych danych dodatkowych użytych do przygotowania danych VMap L3 należy zaliczyć:

- bazę punktów osnowy geodezyjnej
- bazę danych o jeziorach Polski
- bazę danych o sieci linii energetycznych

- dane PKP
- dane o obiektach mostowych
- dane o obszarach chronionych

Produkty VMap dystrybuowane są w formacie VPF (Vector Product Format). W stosunku do dotychczasowych, tradycyjnych już modeli jest on dość złożony, gdyż integruje geometrię, topologię i atrybuty w jednorodnej, relacyjnej strukturze danych (P. Przybyliński, 2000). Cały zasięg geograficzny bazy danych podzielony jest na mniejsze jednostki zwane bibliotekami (ang. *libraries*). W strukturze biblioteki wyróżnia się dziesięć warstw tematycznych (ang. *coverages*). Do jednej z nich należy każda, określona w specyfikacji produktu, klasa obiektu geograficznego. Fizyczną implementacją klasy jest tablica relacyjna utrzymująca atrybuty obiektów oraz łączniki do danych przestrzennych. Każda warstwa podzielona jest na podstawowe, prostokątne jednostki przestrzenne, zwane ramkami (ang. *frames*) o wymiarach charakterystycznych dla odpowiednich skal (VMap L2 – $15' \times 10'$, VMap L3 (SMW) – $7.5' \times 5'$). Są one najmniejszymi jednostkami ekstrakcji danych z nośnika dystrybucyjnego. Ramka skonstruowana jest z podstawowych elementów topologicznych: węzłów, krawędzi, obszarów i konturów. Mechanizm wskaźników zapewnia sprzężenie atrybutów obiektu z reprezentującym jego charakterystyki przestrzenne elementem topologicznym. Elementy topologiczne należące do sąsiednich ramek, mimo fizycznego podziału, są jednoznacznie identyfikowane i wzajemnie powiązane dzięki zastosowaniu ich bezwzględnego adresowania. W ramach warstwy tworzą one spójną dwuwymiarową przestrzeń topologiczną (ang. *cross tile topology*).

Na etapie przygotowania produktu VMap zastosowanie znajduje schemat kodowania FACC. Klasy obiektów określane są tu pięcioznakowym kodem. Pierwsze dwie litery kodu oznaczają kolejno kategorię tematyczną (warstwę) i określoną podkategorię. Kolejne trzy znaki cyfrowe to numer klasy w ramach podkategorii. Kodowane są również nazwy atrybutów, których semantyka wyrażana jest oznaczeniem trzyznakowym. W ramach standardu określono ponadto dziedziny atrybutów.

Produkt finalny VMap charakteryzuje się łatwiejszym w interpretacji schematem kodowania FACV, który w relacji do FACC jest bardziej zagregowany. Nazwa klasy jest tu równoznaczna z nazwą odpowiadającej jej tablicy obiektów, a kod obiektu FACC staje się jednym z atrybutów. Geometria obiektów VMap zapisana jest w mierze kątowej w oparciu o układ odniesienia poziomego i model elipsoidy WGS-84. Takie rozwiązanie pozwala na ominięcie problemu zbieżności południków przy pokryciu danymi dużych obszarów globu ziemskiego.

Baza VMap L2 wraz z numerycznymi modelami terenu, danymi obrazowymi i multimedialnymi, zarządzanymi odrębnymi mechanizmami stanowić będzie dla Służby Topograficznej WP podstawową bazę danych geoprzestrzennych. Zapewni ona osiągnięcie założonych celów wydawniczych w zakresie opracowań analogowych oraz zasilanie Sił Zbrojnych RP i sojuszników w cyfrową informację geograficzną.

3.4. Planowany rozwój baz danych TBD i VMap

3.4.1. Rozwój bazy danych TBD

Obecnie Baza Danych Topograficznych opracowywana jest przede wszystkim na obszarach silnie zainwestowanych, głównie na obszarach miast. Rocznie wykonywana jest baza pokrywająca przestrzennie obszar kilkuset arkuszy 1:10 000. Znaczące pokrycie terenu Polski nastąpi dopiero za kilkanaście lat. Istnieje jednak wyraźna potrzeba opracowania TBD na znacznie większych obszarach (np. całych województw) dużo wcześniej, tak aby przekroczyć punkt krytyczny postrzegania TBD jako istotnego zasobu informacyjnego i uruchomić zarazem rynek na dane TBD, co z kolei zapewni jej mocniejsze finansowanie.

Dlatego rozważa się możliwość opracowania TBD o takim samym jak dotychczas poziomie dokładności opisu geometrycznego obiektów, ale o ograniczonej treści. Tego typu idea przedstawiona została m.in. w wyniku prac badawczo-eksperymentalnych prowadzonych na Politechnice Warszawskiej w Zakładzie Kartografii (A. Makowski, 2005).

Obecnie przygotowywany jest również plan rozwoju Wytycznych Technicznych TBD w kolejnych latach. Przewiduje on m.in. szczegółowe zdefiniowanie zasad opracowywania bazy TBD na poziomie uogólnionym, wprowadzenie w pełni spójnego (również w zakresie formatów danych) z danymi wektorowymi tworzenia zasobu NMT, umożliwienie wydania mapy topograficznej 1:10 000 drukiem wielkonakładowym, zdefiniowanie sposobu generowania map topograficznych 1:50 000 z bazy danych TBD, użycie jako standardu wymiany danych języka GML w wersji 3.

W następnych latach planuje się dalsze pozyskiwanie danych TBD na pełnym poziomie szczegółowości (1 poziom szczegółowości) na obszarach zurbanizowanych oraz wykonanie pierwszej próby utworzenia bazy uogólnionej (2 poziom szczegółowości) .

3.4.2. Rozwój baz danych VMap

Aktualnie Zarząd Geografii Wojskowej prowadzi równolegle prace rozwojowe związane z grupą produktów VMap w dwóch kierunkach. Z jednej strony prowadzone są prace przygotowawcze kolejnego produktu cyfrowego, jakim jest Szczegółowa Mapa Wektorowa (SMW). Celem tego produktu jest uzupełnienie danymi obszaru Polski, który nie został opracowany w technologii VMap L3. Swoją szczegółowością produkt ten odpowiada mapom w skali 1:10 000. Należy zauważyć, że model pojęciowy bazy danych SMW przygotowywany został w ścisłej korelacji z produktem TBD. Zbieżność tych produktów powinna zapewnić w przyszłości uproszczoną wymianę informacji pomiędzy tymi bazami danych oraz wzajemne ich uzupełnianie.

Z drugiej strony podjęto decyzję o aktualizacji VMap L2 w oparciu o ortofotomapy i prace terenowe. Wstępne szacunki zakładają wykonanie zadania w przeciągu 5–6 lat, w ścisłej kooperacji i przy istotnym współfinansowaniu zadania przez cywilną służbę geodezyjno-kartograficzną (2/3 kosztów). Współpraca obu służb (cywilnej i wojskowej) zaowocowała także decyzją o współuczestniczeniu w pracach zmierzających do harmonizacji modelu pojęciowego TBD i VMap oraz koordynowaniu gromadzenia danych źródłowych pozyskiwanych w trakcie prac terenowych.

3.4.3. Podstawowe założenia aktualizacji bazy VMap L2

Baza danych VMap L2 i opracowywane na jej podstawie arkusze mapy topograficznej 1:50 000 w standardzie NATO wykonywane są w Polsce od 2000 roku. Wraz z opracowywaniem ostatnich arkuszy rozpoczęto prace związane z planowaną aktualizacją tego produktu. W roku 2004 uruchomiono pilotażowo aktualizację kilkunastu arkuszy, z jednoczesnym założeniem że w roku 2005 ruszy szeroko zakrojona aktualizacja danych. Rok 2005 miał rozpocząć kolejne 5 lat rozwoju i funkcjonowania produktu.

Przesłankami do rozpoczęcia procesu aktualizacji były: świadomość niezbyt dużej jakości (w zakresie dokładności i aktualności) diapozytywów wydawniczych wojskowej mapy analogowej 1:50 000 będącej materiałem podstawowym, na podstawie którego powstawał produkt VMap L2 pierwszego wydania oraz chęć uzyskania jak najnowszych danych na opracowywanym terenie. Dotychczasowy materiał podstawowy zastąpiono ortofotomapą o rozdzielczości nie mniejszej niż 1 m i aktualności określonej na lata 2002–2004. Dzięki temu spodziewana jest znaczna poprawa dokładności lokalizacji obiektów.

Aktualizacja z założenia jest procesem wnoszenia zmian, nie zaś pracą od podstaw. Tak jest również w przypadku aktualizacji VMap L2, gdzie pozyskiwanie współrzędnych obiektów zostaje zastąpione weryfikacją atrybutów obiektu oraz ewentualną modyfikacją jego położenia. Faktycznemu pozyskiwaniu podlegają jedynie obiekty, które powstały w terenie w okresie po wydaniu VMap L2 pierwszej edycji lub, z różnych przyczyn, nie były reprezentowane w bazie danych. Jak się okazuje w praktyce, pomimo stosunkowo krótkiego czasu między opracowaniami VMap L2 pierwszej i drugiej edycji zmian jest dużo. Dlatego też znacząco zmieniono również przebieg i dokumentację samej aktualizacji danych. Pierwszym etapem procesu aktualizacji jest kameralna korekta geometrii na podstawie przygotowanej ortofotomapy, bez ingerencji w atrybuty obiektów. Drugą częścią aktualizacji jest przeprowadzenie wywiadu topograficznego. Dokumentem z jego przeprowadzenia są Kalki Sprawdzenia Terenowego w ilości 6 lub więcej sztuk. Zastąpiły one w pełni, tradycyjnie opracowywany, diapozytyw sytuacji z naniesioną na czerwono aktualizacją.

- W stosunku do VMap L2 pierwszej edycji zmianie uległy także atrybuty opisowe poszczególnych obiektów.
- W stosunku do pierwszego wydania VMap L2 nastąpiło również szereg zmian w nazewnictwie i interpretacji.

Istotne zmiany nastąpiły również w aspekcie technologicznym. Dotychczasowa platforma I/GEOVEC – MGE firmy Intergraph została zastąpiona bardziej nowoczesnym środowiskiem GeoMedia tego samego producenta oprogramowania.

3.4.4. Podstawowe założenia aktualizacji bazy SMW

Projekt Szczegółowej Mapy Wektorowej (SMW) opracowywany jest przez Służbę Topograficzną WP od 2004 roku SMW jest logicznym rozszerzeniem koncepcji VMap L3, dążącym do uzyskania mapy wektorowej, spójnej z dotychczas opracowanymi produktami, o poziomie informacyjnym wojskowej mapy topograficznej w skali 1:10 000. Podstawowym założeniem tworzenia SMW było uzyskanie produktu, który przejmie pełen zakres informacyjny zawarty w mapie wektorowej poziomu trzeciego,

a dodatkowo zostanie rozszerzony o obiekty typowe dla mapy w skali 1:10 000. Pozwoli to, na dalszym etapie, na wzajemne zasilanie danymi pomiędzy SMW a TBD. Inne, bardzo ważne z punktu widzenia zadań wojskowej służby geodezyjnej założenie określa, że opracowywany projekt musi bezwarunkowo zapewnić wykonywanie wersji analogowej wojskowej mapy topograficznej w skali 1:25 000 (stąd wymiar ramki pojedynczego opracowania 7,5' × 5'). Projekt SMW jest opracowywany na platformie programowej zastosowanej przy pierwszym wydaniu VMap L2 – IGovec / MGE. W dalszych pracach nad projektem planowane jest przejście na platformę GeoMedia (podobnie jak w drugim wydaniu VMap L2). W opracowaniu SMW zastosowano schemat kodowania FACC, rozszerzony o obiekty typowe dla map polskich, a w FACC nieprzewidziane. Ponadto używane dotychczas dziesięć warstw tematycznych rozszerzono do dwunastu, wprowadzając warstwy *Kataster* (szczątkowo) i *Zastosowanie specjalne*. Rozszerzenie schematu o dodatkowe warstwy spowodowało zmiany w przyporządkowaniu tematycznym niektórych obiektów. Dalsze zmiany schematu spowodowała konieczność dostosowania produktu do planowanej wymiany danych z TBD. Zmiany te polegały głównie na rozszerzeniu liczby obiektów, ale również związane były ze zmianą definicji obiektów już istniejących (np. terenu zabudowanego). Opracowywany projekt nie przewiduje konwersji danych do formatu VPF.

3.5. Analiza różnic pomiędzy VMap L2 i TBD

Dokonując analizy możliwości wymiany danych pomiędzy różnymi bazami danych przestrzennych należy wziąć pod uwagę co najmniej trzy podstawowe aspekty:

- model pojęciowy danych,
- poziom generalizacyjny danych,
- formaty wymiany danych.

3.5.1. Model pojęciowy

Najbardziej istotnym, a zarazem najbardziej złożonym zadaniem, jest porównanie modeli pojęciowych danych. Analizując klasyfikacje i definicje obiektów TBD oraz VMap, już na wstępie dostrzec można kilka istotnych różnic.

Klasyfikacja zastosowana do opracowania bazy VMap wyróżnia pewną ilość obiektów, które są charakterystyczne dla kartograficznego modelu danych (DCM – *Digital Cartographic Model*). Wynika to z faktu, iż model VMap był projektowany tak, aby na jego podstawie możliwe było przede wszystkim łatwe opracowywanie wojskowej mapy topograficznej 1:50 000.

O takim podejściu świadczy np.:

1) Brak ciągłej reprezentacji sieci hydrograficznej. W obszarze cieków reprezentowanych powierzchniowo (szerokość większa od 30 m) cieki nie są przedstawiane liniowo.
2) Powszechnie stosowana zasada zmiany sposobu reprezentacji geometrycznej obiektów w zależności od jego wielkości: „Budynek", „Zapora", „Bród", „Bagno" itd.
3) Występowanie klas obiektów: „Kierunek prądu", „Charakterystyka rzeki, kanału", „Linia brzegowa".

4) Występowanie w bazie danych klasy obiektów „Izobaty”.
5) Graficzna a nie obiektowa metoda reprezentacji niektórych obiektów terenowych, np. obiekt „Wodorosty”. Zgodnie z instrukcją pozyskiwania danych VMap L2 *„Jeżeli na materiale źródłowym obszary występowania wodorostów przedstawiane są jako powierzchnie, wtedy obszar taki digitalizować jako obiekt punktowy wstawiając kilka sygnatur w granicach powierzchni jej występowania”.*

Znaczna cześć klas obiektów składających się na zakres treści bazy danych jest wspólna dla TBD i VMap L2, jednak w TBD istnieją klasy obiektów nie występujące w VMap L2 i odwrotnie.

W modelu pojęciowym VMap funkcjonuje np. szereg obiektów, które w TBD zostały pominięte, m.in.:

1) Tor wodny
2) Wyciąg statków, pochylnia
3) Kotwicowisko
4) Mielizna
5) Pława
6) Suchy dok
7) Wrak
8) Zanurzone pniaki

Niektóre obiekty występują zarówno w TBD, jak i w VMap, ale zasady ich wydzielania i definicja są nieco różne. Przykładem może być obiekt „Teren zabudowy”. Występuje pojęciowa różnica w definicje terenu zabudowy gęstej.

W VMap zabudowa dzieli się na:

– rzadką do umiarkowanie gęstej
– gęstą

Pojęcie zabudowy gęstej obejmuje w tym przypadku tereny zaliczane w TBD do terenów zabudowy zwartej.

Istotną różnicą pomiędzy modelem TBD a VMap jest reprezentacja sieci drogowej. W TBD drogi reprezentowane są poprzez osie jezdni dróg, w VMap zaś przez osie dróg. W przypadku dróg jednojezdniowych nie ma to większego wpływu na możliwości wymiany danych. Trudności w zakresie wymiany pojawiają się w przypadku dróg dwujezdniowych.

3.5.2. Poziom generalizacyjny danych

Pomiędzy TBD a VMap L2 pierwszej edycji istnieje znacząca różnica poziomów generalizacyjnych danych: poziom 1:50 000 właściwy bazie VMap L2 oraz 1:10 000 właściwy dla TBD. Wymiana danych między tymi bazami wymusza zastosowanie procedur ilościowej generalizacji kartograficznej. Generalizacja ta powinna objąć przede wszystkim uproszczenie geometrii obiektów liniowych (np. drogi, rzeki), zamianę obiektów przedstawianych w TBD powierzchniowo na obiekty punktowe w przypadku przekroczenia odpowiednich progów generalizacyjnych (np. budynki, zapory) czy usunięcie niektórych obiektów występujących w TBD (np. małe budynki na terenie zabudowy gęstej).

Z poziomu generalizacyjnego i przyjętych źródeł danych wynika również dokładność reprezentacji geometrycznej obiektów. Różnice pomiędzy TBD a VMap L2 są na tyle istotne, iż automatyzacja procesu wymiany danych jest bardzo trudna.
O wiele lepsza sytuacja jest w przypadku wymiany danych pomiędzy TBD a VMap L3. VMap L3 odpowiada bowiem poziomem szczegółowości mapom w skali 1:25 000, natomiast dokładnością geometryczną może dorównywać TBD, ponieważ podstawowym materiałem źródłowym do wprowadzania geometrii obiektów jest ortofotomapa wykonywana ze zdjęć lotniczych w skali 1:26 000. Podobna sytuacja występuje w przypadku opracowywania bazy VMap L2 drugiej edycji.

Poziom dokładności opisu geometrycznego obiektów w TBD i w VMap L2 drugiej edycji może być w tym przypadku zbliżony, a wzajemna wymiana danych ułatwiona.

3.5.3. Standardy wymiany danych

Warunkiem koniecznym do bezproblemowej wymiany danych pomiędzy różnymi bazami danych jest możliwość zapisu danych w standardach czytelnych dla obu systemów. Przez standard należy tu rozumieć przede wszystkim zastosowany model danych, a w drugiej kolejności format pliku. O ile w tym drugim przypadku prawie zawsze możliwe jest pozyskanie lub opracowanie odpowiednich konwerterów danych, o tyle w przypadku zastosowania innych modeli danych część informacji nie może być przeniesiona lub odwzorowana w zadowalający sposób.

Trudności przy wymianie danych między bazami danych przestrzennych mogą pojawiać się, gdy:

- w jednej bazie zastosowano obiektowy a w drugiej relacyjny model danych,
- w jednej bazie zastosowano model wektorowy prosty a w drugiej topologiczny,
- bazy różnią się zapisem współrzędnych odnoszących się do innych elipsoid odniesienia lub/i występuje inny podział na strefy odwzorowawcze,
- bazy zawierają dane mulitimedialne,
- stosowane są niestandardowe formaty wymiany danych lub niestandardowe metody kompresji.

W przypadku bazy VMap i TBD wymiana danych może być stosunkowo łatwa, choć nie bezproblemowa, choćby dlatego, iż nie istnieją obecnie konwertery umożliwiające wymianę pomiędzy VPF a GML zgodnym ze schematem TBDGML.

Istotniejszym jest jednak fakt, że zarówno w TBD, jak i w VMap:

- dane zapisywane są zgodnie z georelacyjnym modelem danych,
- wykorzystywany jest prosty model wektorowy,
- każdy obiekt posiada kod klasyfikacyjny związany z odpowiednią definicją obiektu,
- w bazie nie są zapisywane złożone relacje między obiektami,
- nie przechowuje się danych mulitimedialnych.

3.6. Porównanie zakresu treści VMap L2 z zakresem treści mapy topograficznej 1:50 000 w wersji cywilnej

Analizując zakres treści bazy VMap L2 pierwszej edycji należy pamiętać, iż produkt ten został opracowany na podstawie istniejącej wojskowej analogowej mapy topograficznej w skali 1:50 000. Ważnym jest zatem porównanie zakresu treści, a także sposobu redakcji kartograficznej cywilnej mapy topograficznej 1:50 000 i VMap L2. Analiza ta może, zdaniem autorów, przyczynić się do modyfikacji modelu pojęciowego bazy VMap nowej edycji oraz modyfikacji tzw. „wyjścia" kartograficznego VMap L2. Zmiany te pozwoliłyby nie tylko na harmonizację baz danych TBD i VMap, lecz także na szersze uwzględnienie dorobku cywilnej kartografii topograficznej w Polsce.

Tabela 1
Table 1

Porównanie elementów osnowy matematycznej cywilnej mapy topograficznej z VMap L2
Comparison of elements of map projections used in the civil topographic map and VMap L2

Elementy osnowy matematycznej	**Cywilna mapa topograficzna 1:50 000**	**Produkt kartograficzny bazy VMap L2**
Współrzędne geograficzne	Układ EUREF-89	Światowy System Geodezyjny WGS-84
Elipsoida	GRS-80	WGS-84
Odwzorowanie	Gaussa-Krűgera w 10-stopniowej strefie odwzorowawczej dla Polski	UTM w 6-stopniowych, południkowych strefach odwzorowawczych
Współrzędne prostokątne płaskie	W układzie 1992 (dotyczy arkuszy wydanych po 1996 r.)	W układzie UTM (dotyczy tylko wyjścia kartograficznego VMap L2)
Poziom odniesienia	Kronsztadt	Kronsztadt
Podział na arkusze	Międzynarodowy (format arkusza: $\Delta\varphi$=10´, $\Delta\lambda$=15´)	Międzynarodowy (format arkusza podwójny: $\Delta\varphi$=10´, $\Delta\lambda$=30´)

Porównania zakresu treści VMap L2 z zakresem treści cywilnej mapy topograficznej 1:50 000 dokonano w grupach tematycznych obiektów według podziału zastosowanego w instrukcji technicznej (z pominięciem nazw i opisów oraz marginaliów).

Punkty osnowy geodezyjnej

- Istnieje zgodność w zakresie prezentacji punktów państwowej sieci geodezyjnej (triangulacyjnej).
- Rozbieżności dotyczą wybranych punktów osnowy geodezyjnej nie będących punktami sieci triangulacyjnej oraz punktów wysokościowej osnowy geodezyjnej. Występują one na cywilnej mapie topograficznej, brak ich natomiast w VMap L2.

Koleje i obiekty z nimi związane

- Istnieje zgodność co do klasyfikacji linii kolejowych według liczby i szerokości torów, użytkowania (np. nieczynne), trakcji, oznaczenia linii w budowie, stacji i przystanku kolejowego, torów stacyjnych, tuneli, mostów i wiaduktów kolejowych, a także stacji metra. W wersji VMap L2 linie tramwajowe opisane są jako atrybut linii kolejowej.
- Rozbieżności dotyczą:
  - przedstawiania lokomotywowni, obrotnic kolejowych, ramp, mijanek, przejść dla pieszych nad torami, torowisk rozebranych linii kolejowych, posterunków drogowych i blokowych, stromych odcinków torów, estakad, otworów wentylacyjnych tunelów, które to obiekty występują w VMap L2, a brak ich na cywilnej mapie topograficznej;
  - kryteriów minimalnych długości tunelów, mostów i wiaduktów kolejowych przy stosowaniu znaków symbolicznych (pozaskalowych) na cywilnej mapie topograficznej i produkcie kartograficznym VMap L2.

Drogi i obiekty z nimi związane

- Istnieje zgodność co do generalnej klasyfikacji dróg, jednak w VMap L2 drogi i ulice występują w postaci jednej klasy obiektów szosa/droga (LAP 030). Wszystkie kategorie i wyróżnienia dotyczące dróg zostały zakodowane jako atrybuty, przy czym pod względem informacyjnym znacznie przekraczają zakres treściowy cywilnej mapy topograficznej.

Zabudowa, budynki i budowle

- Istnieje znaczna zbieżność w klasyfikacji budynków i budowli, przy czym w VMap L2 wszystkie kategorie i wyróżnienia dotyczące budynków zostały zakodowane jako atrybuty, a pod względem informacyjnym znacznie przekraczają zakres treściowy cywilnej mapy topograficznej.
- Znaczne różnice występują:
  a) w definicjach obiektów: zakład przemysłowy/przetwórczy (VMap L2) i teren przemysłowo-składowy (cywilna mapa topograficzna);
  b) w klasyfikacji terenów zabudowanych:
     - na mapie cywilnej: zabudowa luźna (nie oznaczana odrębnym znakiem), gęsta, zwarta;
     - na mapie wojskowej: teren zabudowany rzadki do umiarkowanie gęstego, gęsty ;
  c) w kryteriach minimalnych wielkości obiektów tej grupy przy stosowaniu znaków symbolicznych (pozaskalowych) na cywilnej mapie topograficznej i wyjściu kartograficznym VMap L2.

Obiekty gospodarcze

- Zakres treści bazy VMap L2 pod względem ilości i rodzajów przedstawianych obiektów zbliżony jest do cywilnej mapy topograficznej, natomiast opis atrybutowy VMap L2 znacznie przekracza zakres informacyjny mapy cywilnej.

- Rozbieżności dotyczą kryteriów minimalnych długości lub powierzchni niektórych obiektów gospodarczych przy stosowaniu znaków symbolicznych (pozaskalowych).

Wody i obiekty z nimi związane

Występuje zgodność w zakresie generalnej klasyfikacji wód i obiektów z nimi związanych. Różnice występują w podziale cieków na kategorie ze względu na ich szerokość. Rozbieżność ta dotyczy nie tylko VMap L2 i cywilnej mapy topograficznej, ale także innych opracowań i baz danych, np. mapy hydrograficznej w skali 1:50 000. Poniżej w tabeli przedstawiono podział cieków na klasy na podstawie różnych kryterium szerokości w różnych opracowaniach.

Tabela 2
Table 2

Podział cieków na klasy na mapie topograficznej 1:50 000 i VMap L2
Classification of watercourses in the topographic map at the scale 1:50 000 and VMap L2

Mapa hydrograficzna 1:50 000	**Cywilna mapa topograficzna 1:50 000**	**Baza danych VMap L2 (atrybuty WWR=1,2,3)**
Do 5 m	do 5 m	do 3 m (1)
5 – 13 m	5 – 15 m	3 – 5 m (2)
13 – 15 m		5 – 30 m (3)
15 – 25 m	15 – 25 m	

- Rozbieżności dotyczą kryteriów minimalnych długości niektórych obiektów (np. brzegu urwistego lub umocnionego, nabrzeża, grobli, śluz, pomostów).
- Zakres treści VMap L2 dotyczący obiektów związanych lub mających znaczenie dla żeglugi lądowej lub morskiej wykracza istotnie poza zakres informacyjny cywilnej mapy topograficznej.
- W VMap L2 brak wydzielenia podmokłości.

Granice

- Generalnie występują zgodności co do klasyfikacji jednostek administracyjnych i obszarów przyrodniczych prawnie chronionych.
- W bazie VMap L2 park narodowy, krajobrazowy nie są wyróżniane jako oddzielne klasy obiektów, rozróżnienie następuje poprzez wprowadzenie odpowiedniego atrybutu klasy „Park”.

Roślinność i uprawy

- Pomimo generalnej zgodności co do głównych formacji roślinnych istnieje szereg rozbieżności w klasyfikacji i definiowaniu obiektów związanych z roślinnością, np.:
  - klasy obiektów: „Sad/plantacja krzewów”, „Teren uprawny” w bazie VMap L2 nie w pełni odpowiadają klasom „Plantacji roślin przemysłowych” na cywilnej mapie topograficznej;

  - różnice występują w definicjach: klasy „Las” (w bazie VMap L2 do klasy tej zalicza się także grupy drzew), obiektów klasy zagajnik, kosodrzewina i gęste krzaki (w bazie VMap L2 istnieje jedna klasa „Krzewy/kosodrzewina/zagajnik” bez rozróżnienia krzewów od zaganiki i kosodrzewiny);
  - w bazie VMap L2 jako obiekty jednej klasy traktowane są pasy drzew i żywopłoty;
  - w VMap L2 nie przedstawia się innych terenów trawiastych poza łąkami.
- Rozbieżności dotyczą także kryteriów minimalnych wielkości wydzielania niektórych obiektów (np. w VMap L2 pas drzew lub żywopłot umieszcza się, gdy obiekty te mają długość powyżej 500 m).

Grunty

- Występują pewne rozbieżności w klasyfikacji i definiowaniu obiektów, np. piaski i żwiry.

Rzeźba terenu

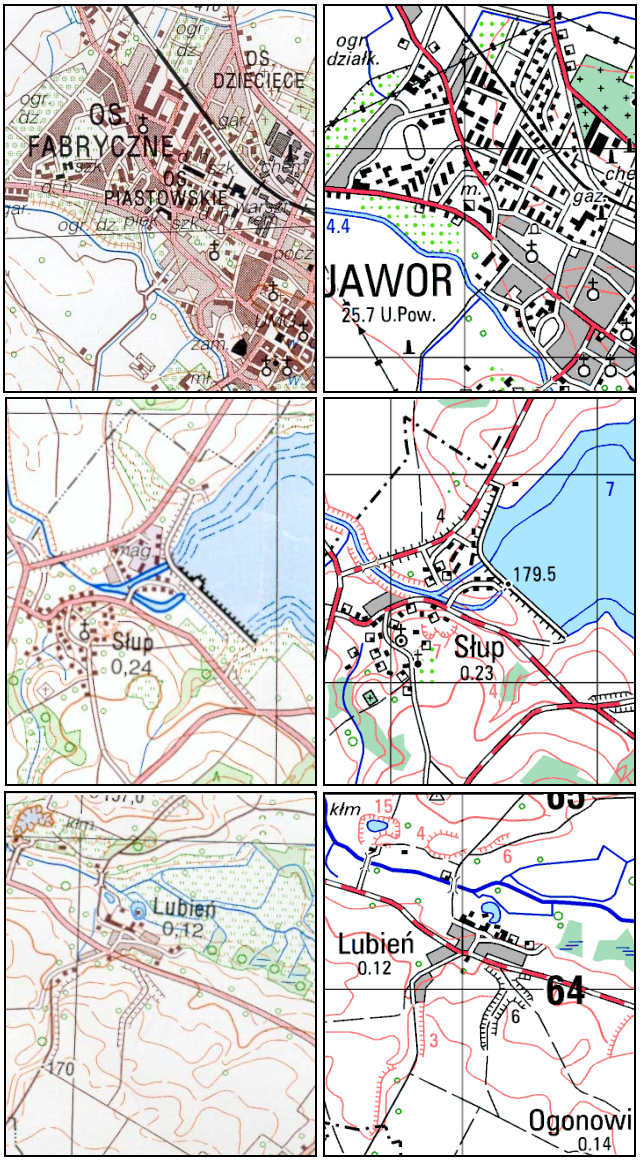
- Na wyjściu kartograficznym VMap L2 pozostawiono wyłącznie warstwice co 10 m tam, gdzie na arkuszach cywilnej mapy topograficznej cięcie warstwicowe wynosi 5 m.
- Występują różnice w klasyfikacji wąwozów i wypłuczysk ze względu na ich szerokość, co przedstawiono poniżej:

VMap L2	Cywilna mapa topograficzna
pon. 50 m	pon. 10 m
50–75 m	10–50 m
pow. 75 m	pow. 50 m

- Rozbieżności dotyczą także kryteriów minimalnych wielkości niektórych obiektów (np. w VMap L2 wały, groble, nasypy umieszcza się, gdy obiekty te mają długość powyżej 250 m);
- Wysokości i głębokości obiektów zapisane są w bazie danych VMap L2 w postaci atrybutów.

3.7. Porównanie wizualizacji mapy opracowywanej na podstawie VMap L2 z mapą topograficzną 1:50 000 w wersji cywilnej

Porównując obrazy kartograficzne cywilnej mapy topograficznej z „wyjściem” kartograficznym VMap L2 (rys. 4) można zaobserwować szereg różnic wynikających z odmiennych kryteriów klasyfikacyjnych i założeń redakcyjnych (w tym generalizacji) tych map. Generalnie cywilna mapa topograficzna 1:50 000 charakteryzuje się większą szczegółowością treści i dokładnością położenia obiektów na mapie w porównaniu z wyjściem kartograficznym VMap L2. Jest to szczególnie widoczne przy porównaniu elementów hydrografii, roślinności, zabudowy oraz sieci ulic w miastach. Na wyjściu kartograficznym VMap L2 znacznie zubożono charakterystykę form rzeźby terenu, ograniczając rysunek warstwicowy do warstwic 10 m (cięcie 5 m na cywilnej mapie topograficznej). Dokładniej natomiast przedstawia się skarpy, wykopy i nasypy.



Rys. 4. Przykład różnic w obrazie kartograficznym mapy cywilnej 1:50 000 w układzie 1992 (lewa kolumna) i „wyjścia" kartograficznego VMap L2 wynikających z odmiennych kryteriów klasyfikacyjnych i redakcyjnych

Fig. 4. Example of differences in the cartographic presentation of a civil map, 1:50 000, in the 1992 projection system (left column) and the cartographic „output" of VMap L2 resulting from different classification and editing criteria

4. USPÓJNIENIE MODELU POJĘCIOWEGO BAZ TBD I VMAP L2 (*TOMASZ CZEKALSKI, DARIUSZ GOTLIB, ADAM IWANIAK, ROBERT OLSZEWSKI, WIESŁAW OSTROWSKI, TOBIASZ WIECZOREK, TOMASZ WILCZYŃSKI*)

4.1. Wprowadzenie

Przez kilka ostatnich lat wysiłkiem wojskowych służb topograficznych, a w końcowej fazie również cywilnej służby geodezyjnej i kartograficznej, powstawał produkt określany w skrócie VMap L2. W wyniku porozumień pomiędzy Zarządem Geografii Wojskowej a Głównym Urzędem Geodezji i Kartografii produkt ten będzie mógł być wykorzystywany przez cywilną służbę geodezyjno-kartograficzną. Co więcej, to służba cywilna w najbliższych latach ponosić większość kosztów modernizacji VMap L2.

Obecną postać i format danych VMap L2 (pierwszej edycji) należy traktować jako przejściowe. W kontekście współpracy pomiędzy cywilnymi i wojskowymi służbami geodezyjno-kartograficznymi należy dążyć do opracowania programu rozwoju bazy VMap L2, tak aby możliwie w pełni dostosować go do potrzeb obu służb.

Przyjęte założenia w najbliższych 5–6 latach aktualizacji VMap L2 powodują, że nowo powstająca baza danych (opracowywana wspólnie przez służby geodezyjne cywilne i wojskowe) będzie znacznie dokładniejsza niż mapa w skali 1:50 000, osiągając poziom dokładności geometrycznej odpowiadający mapom 1:25 000, a w pewnych aspektach nawet 1:10 000.

Rozważając rozwój bazy VMap L2 należy pamiętać, iż trwają obecnie prace nad budową Bazy Danych Topograficznych, odpowiadającej zakresem szczegółowości i dokładności mapom topograficznym 1:10 000. W trakcie opracowania jest obecnie już obszar odpowiadający ponad 1000 arkuszom mapy 1:10 000.

W GUGiK rozważana jest możliwość opracowania TBD w wersji o ograniczonej treści na tzw. drugim poziomie szczegółowości, co pozwoliłoby na szybsze „pokrycie" całego kraju nowoczesnymi danymi topograficznymi. Rozważany jest także wariant tworzenia TBD jako bazy danych wielorozdzielczych (ang. *multiresolution/multirepresentation data base – MRDB*). Bazę taką można określić jako bazę danych przestrzennych umożliwiającą przechowywanie reprezentacji rzeczywistych obiektów geograficznych na różnym poziomie uogólnienia (dokładności, precyzji, skali lub rozdzielczości) w różnych obszarach kraju.

Zasadność budowy spójnej infrastruktury danych przestrzennych w Polsce sprawia, że konieczne jest uspójnienie (co najmniej w minimalnym zakresie) modeli pojęciowych obu baz danych topograficznych (VMap L2 i TBD) w celu łatwej ich integracji w przyszłości i umożliwienia wzajemnego zasilania danymi przestrzennymi. Harmonizacja baz TBD i VMap jest tym istotniejsza, iż zgromadzone w nich dane przestrzenne

można już obecnie uznać za dane referencyjne dla wielu pochodnych opracowań tematycznych.

4.2. Zadania związane z harmonizacją VMap L2 i TBD

Wśród najważniejszych zadań związanych z procesem harmonizacji Baz TBD i VMap należy wymienić:

- Harmonizację modelu pojęciowego TBD i VMap,
- Ujednolicenie wybranych zasad wektoryzacji obiektów,
- Ujednolicenie opracowania NMT dla potrzeb TBD i VMap L2,
- Przyjęcie standardów wymiany danych pomiędzy TBD i VMap,
- Opracowanie spójnego standardu metadanych,
- Opracowanie wspólnych wykazów obiektów (cieki, jeziora, miejscowości itp.) dla obu baz danych,
- Opracowanie narzędzi informatycznych umożliwiających wzajemną konwersję danych przestrzennych i opisowych.

Wprowadzenie nawet niewielkich zmian do modelu danych VMap i TBD może spowodować znaczące ułatwienie wymiany danych pomiędzy tymi bazami danych. Harmonizacja modelu pojęciowego baz danych TBD i VMap L2 jest przy tym zadaniem koniecznym, aczkolwiek niewystarczającym. Równie ważnym elementem, pozwalającym w przyszłości na opracowanie wielorozdzielczej bazy TBD przy wykorzystaniu danych VMap jest stosowanie w przypadku kluczowych klas obiektów podobnych zasad wektoryzacji obiektów, szczególnie, iż wektoryzacja ta będzie wykonywana w oparciu o te same ortofotomapy.

W związku z tym, iż obydwa produkty (TBD i VMap L2 nowej edycji) opracowywane będą w najbliższej przyszłości na podstawie tego samego podstawowego materiału źródłowego jakim jest ortofotomapa oraz wywiad terenowy, pojawia się możliwość opracowania uniwersalnej, wspólnej dla nich podstawy zbierania, przedstawiania i wymiany danych. Opracowanie takiej podstawy pozwoliłoby na jednokrotne pozyskiwanie danych przestrzennych dla danego obszaru w ramach jednego z procesów tworzenia produktów, a następnie ewentualną konwersję danych do postaci właściwej dla drugiego produktu. Istnienie do tej pory niespójności w zakresie modelu pojęciowego, definicji i zasad pozyskiwania danych TBD i VMap nie pozwalało na łatwą integrację tych baz, a pozyskiwanie niektórych danych odbywało się dwukrotnie – dla każdego produktu z osobna. Uspójnienie modeli przynajmniej w wybranych obszarach powinno ułatwić utworzenie jednej spójnej, referencyjnej bazy danych w skali całego kraju.

Jako główne konsekwencje dalszego pozostawienia niespójności w modelu danych VMap L2 i TBD należy wymienić:

- powielanie części prac w ramach drugiej edycji VMap oraz budowy TBD w Polsce,
- ponoszenie znacznych nakładów na proces integracji danych VMap i TBD w celu zapewnienia odniesienia referencyjnego na dużych obszarach kraju do opracowań tematycznych,

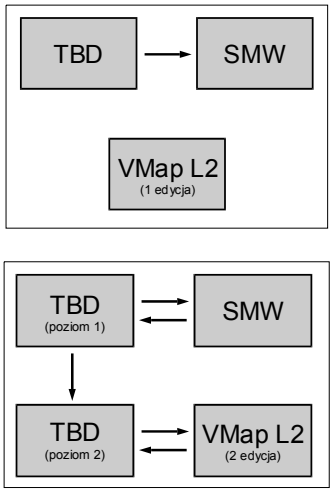
- brak możliwości w pełni zadowalającej integracji VMap i TBD i stworzenia jednej spójnej bazy danych referencyjnych o charakterze wielorozdzielczym,
- niespójność metod integracji danych VMap i TBD w różnych ośrodkach dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej,
- długi okres osiągania przez TBD poziomu danych pozwalającego na jej upowszechnienie (trudność wspólnego wykorzystywania danych TBD i VMap).

4.3. Wykonalność procesu harmonizacji

Na obecnym etapie, w związku z zakończeniem prac nad VMap L2 pierwszej edycji, możliwości uspójnienia prac nad VMap L2 tej edycji i TBD są dość niewielkie (rys. 5). Działanie takie byłoby także nieuzasadnione merytorycznie i ekonomicznie.

Zasilanie danymi TBD bazy VMap L2 drugiej edycji jest natomiast możliwe i jak najbardziej wskazane na etapie pozyskiwania i aktualizacji bazy VMap. Dane z TBD można traktować jako dane aktualizacyjne lub robocze dane źródłowe, które mogą być efektywnie wykorzystane w procesie aktualizacji bazy VMap L2 lub jej tworzenia (rys. 5).

Rozpoczęcie cyklu aktualizacji bazy VMap L2 zmienia w sposób istotny możliwość jej integracji z TBD. Pojawia się możliwość znacznego uspójnienia prac nad tworzeniem VMap i TBD oraz wzajemnego łączenia danych (rys. 5).



Rys. 5. Możliwości wymiany danych i wzajemnego zasilania pomiędzy cywilnymi i wojskowymi bazami danych topograficznych
(u góry: stan dzisiejszy, u dołu: proponowane rozwiązanie)
Fig. 5. Possibilities to exchange data and mutual data supply between civil and military topographic databases
(top: the present state, bottom: the proposed solution)

W przypadku Szczegółowej Mapy Wektorowej dokonano już (Zarząd Geografii Wojskowej) pierwszego uspójnienia modelu danych z Bazą Danych Topograficznych. Opracowana została pierwsza wersja struktury bazy SMW, która w procesie wdrożenia będzie podlegała dalszym modyfikacjom, w tym pod kątem dalszego ujednolicania danych i definicji z TBD. Prace te będą kontynuowane i dopiero po ich zakończeniu będzie można określić, jaki stopień zgodności osiągnięto. Można jednak już dziś zaryzykować twierdzenie, że będzie on znacznie większy niż w przypadku wszystkich do tej pory opracowanych produktów cyfrowych cywilnej i wojskowej służby topograficznej.

4.4. Znaczenie harmonizacji baz referencyjnych dla opracowań tematycznych

Bazy VMap i TBD to bazy danych przestrzennych o charakterze referencyjnym. Powstają w głównej mierze w celu gromadzenia informacji topograficznych pozwalających na lokalizowanie różnorodnych obiektów i zjawisk o charakterze tematycznym, specjalistycznym.

Rozważając konieczność harmonizacji baz referencyjnych, nie sposób pominąć analizy wpływu i znaczenia tych działań na opracowania tematyczne, w szczególności opracowania o charakterze urzędowym.

Nie sposób dokonać analizy wszelkich możliwych baz danych tematycznych, jakie mogą być budowane w oparciu o dane „podkładowe" VMap i TBD. Wśród wielu baz danych przestrzennych o charakterze tematycznym, czyli ukierunkowanym na przedstawienie wybranego zagadnienia, zjawiska lub grupy zjawisk, szczególnie istotnymi są bazy o charakterze urzędowym. Podczas ich opracowania istotne jest korzystanie ze wspólnych baz danych referencyjnych, co pozwala na ograniczenie nakładów finansowych na ich powstanie, ułatwia aktualizację danych topograficznych i pozwala na dostarczenie obywatelom i instytucjom jednorodnej, spójnej informacji. Bezdyskusyjna wydaje się konieczność wykorzystania wspólnych danych referencyjnych w opracowaniach tematycznych Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii i Zarządu Geografii Wojskowej.

W tym kontekście szczególną uwagę należy zwrócić na bazy opracowywane przez GUGiK:

- Mapę Hydrograficzną Polski (baza HYDRO),
- Mapę Sozologiczną Polski (baza SOZO).

Mapa Hydrograficzna Polski wykonywana jest od 1985 r., zaś Mapa Sozologiczna od 1990 r., początkowo jako produkt analogowy realizowany wg Wytycznych Technicznych K-3.4 i K-3.6. Przeprowadzona w 1997 r. nowelizacja Wytycznych miała na celu uwzględnienie nowej, numerycznej formy obu map tematycznych. W 2002 roku rozpoczęto prace nad ponowną nowelizacją Wytycznych. Wprowadzone zmiany dotyczyły zarówno części merytorycznej, jak i technologicznej opracowania, a także jego nazwy. W związku z położeniem szczególnego nacisku na opracowanie bazy danych tematycznych zmieniono nazwę produktu na WYTYCZNE TECHNICZNE GIS-3, MAPA HYDROGRAFICZNA POLSKI, skala 1:50 000 w formie analogowej i

numerycznej oraz odpowiednio GIS-3, MAPA SOZOLOGICZNA POLSKI, skala 1:50 000 w formie analogowej i numerycznej.

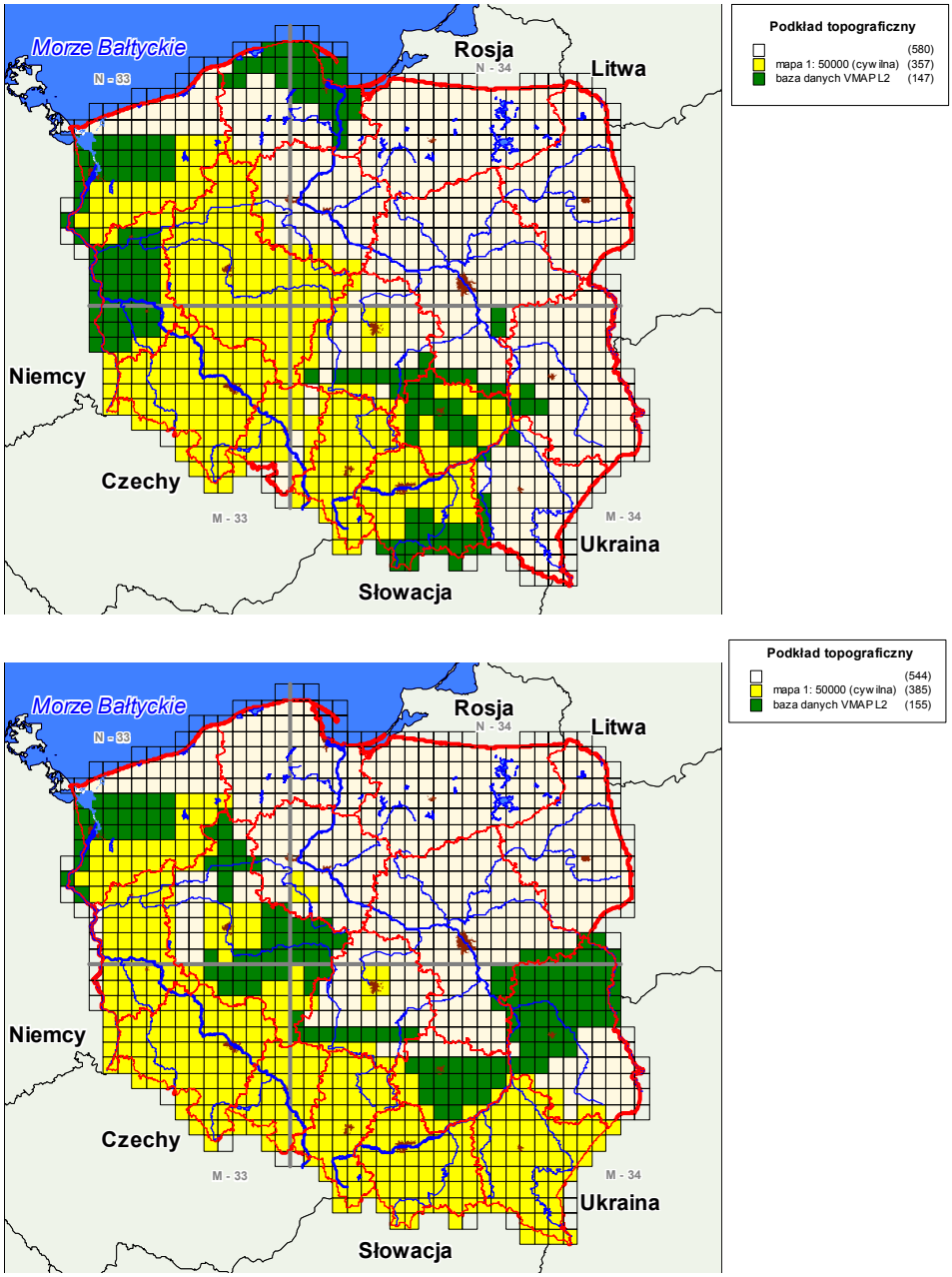
Wśród zmian technologicznych wprowadzonych przez nowe wytyczne GIS-3 i GIS-4 szczególne znaczenie ma wykorzystanie bazy VMap L2 jako źródła danych topograficznych dla powstających opracowań tematycznych. Od 2004 roku powstało blisko trzysta sekcji map tematycznych GUGiK wykorzystujących cyfrowe dane VMap (rys. 6).

Ze względów organizacyjnych bazy danych hydrograficzna i sozologiczna opracowywane są w podziale sekcyjnym, etapem końcowym cyklu technologicznego jest jednak scalona (ciągła) baza danych tematycznych. Baza ta, spójna obszarowo w obrębie poszczególnych województw, wykorzystywana jest zarówno w wojewódzkich, jak i powiatowych ośrodkach dokumentacji geodezyjno-kartograficznej, a także dystrybuowana do instytucji zewnętrznych.

Zastosowanie danych cyfrowych VMap L2 pozwoliło na uspójnienie danych geometrycznych gromadzonych w referencyjnych i tematycznych bazach danych, umożliwiając łączną analizę dowolnie zestawionych danych przestrzennych.
Wykorzystywane dane VMap pierwszej edycji, ze względu na specyfikę modelu pojęciowego, wymagają jednak wprowadzenia w procesie zasilania bazy danych tematycznych szeregu korekt:

- wprowadzenia osi cieków przedstawianych na mapie w postaci powierzchniowej,
- wprowadzenia przybliżonego zasięgu zabudowy (w bazie VMap brak jest klasy obiektów *miejscowości*),
- zastosowania kodowania obiektów hydrograficznych oraz miejscowości zgodnego z relacyjnym modelem danych (tzw. *Baza Wody* oraz *Baza Teryt*). Wykorzystane w bazie VMap pierwszej edycji rozwiązanie prowadzi nie tylko do redundancji danych, lecz także do częstych pomyłek,
- uzupełnienia wielu atrybutów opisowych w poszczególnych klasach obiektów.

Istotne jest, aby projektowana modyfikacja cyklu technologicznego VMap L2 drugiej edycji uwzględniała proponowane korekty. Pozwoli to na uniknięcie dublowania prac, a przede wszystkim na pełne uspójnienie geometryczne pomiędzy referencyjną bazą topograficzną i powstającymi na jej podstawie produktami pochodnymi w postaci baz tematycznych. Z punktu widzenia opracowania spójnej koncepcji infrastruktury danych przestrzennych w Polsce szczególne znaczenie ma także unifikacja stosowanych wykazów i tabel identyfikatorów. Dotyczy to zarówno obiektów hydrograficznych, jak i wykazu miejscowości o identyfikacji zgodnej z klasyfikacją GUS.



Rys. 6. Obecny zasięg baz danych tematycznych: a – HYDRO, b – SOZO
Fig. 6. The current coverage of thematic databases: a – HYDRO, b – SOZO

4.5. Propozycje zmian w modelu TBD i VMap L2

4.5.1. Podstawowe założenia

W pierwszym etapie harmonizacji baz VMap i TBD, ze względu na zaawansowanie prowadzonych prac w zakresie pozyskiwania i aktualizacji danych topograficznych, należy ograniczyć zmiany w obu bazach do niezbędnego minimum.

Przedstawiając w dalszej części opracowania propozycje zmian przyjęto również założenie, że o ile to będzie możliwe, zmiany nie powinny wpływać istotnie na obecny model danych TBD, a raczej doprowadzić do wypracowania modelu TBD na drugim poziomie uogólnienia. Przyjęto także założenie, iż z danych TBD na pierwszym (pełnym) poziomie szczegółowości powinno być możliwe łatwe opracowanie VMap L2. Z drugiej strony przyjęto, iż dane VMap L2 drugiej edycji powinny w sposób łatwy zasilać TBD na 2 poziomie uogólnienia.

Założono, że proponowane zmiany dotyczą jedynie zawartości bazy danych, nie dotyczą natomiast zmian w sposobie opracowania map na podstawie bazy danych. Mapy traktować należy jako produkt powstający na podstawie bazy danych przestrzennych. Produkt ten może się różnić ze względu na typ użytkownika, dla którego jest opracowywany, tzn. map cywilne i wojskowe mogą być opracowywane w całkowicie odmienny sposób.

4.5.2. Proponowane zmiany w zakresie przedstawiania informacji o terenach zabudowanych

Przedstawienie terenów zabudowanych na mapach i w bazach danych topograficznych jest jednym z najbardziej złożonych zagadnień. Tereny zabudowane przedstawiane były dotąd zupełnie inaczej na mapach w skali 1:10 000, na mapach cywilnych i wojskowych 1:50 000, w Bazie Danych Topograficznych i w bazie VMap L2.

W TBD poza przedstawianiem pojedynczych budynków wprowadzono konieczność wydzielania terenów zabudowy zbliżoną koncepcyjnie do sposobu wydzielania tych terenów na współczesnych cywilnych mapach topograficznych 1:50 000. Celem tego było uzyskanie możliwości generowania z TBD opracowań pochodnych o mniejszym zakresie treści lub umożliwienia budowania na wybranych terenach bazy o mniejszej szczegółowości (większym poziomie generalizacji). W VMap natomiast sposób wydzielania i klasyfikacja zabudowy jest dokładnym odpowiednikiem treści wojskowej mapy topograficznej 1:50 000. Sposób pozyskiwania danych jest ściśle dostosowany do możliwości przedstawienia zawartości bazy danych na mapie. Dane, których w danej skali nie da się poprawnie od strony kartograficznej przedstawić na mapie, nie były jak dotąd wprowadzane do bazy.

Zarówno w bazie TBD, jak i VMap istnieje pojęcie zabudowy gęstej. Jednak w obu przypadkach pojęcie to dotychczas rozumiane było inaczej.

Zabudowa „gęsta” w VMap obejmuje m.in. tereny rozumiane w TBD jako zabudowa zwarta. W TBD zabudowa zwarta i gęsta są oddzielnymi wyróżnieniami. W TBD występuje podział na zabudowę zwartą, gęstą i luźną. Zabudowa „gęsta” z TBD może

znaleźć się w niektórych przypadkach w bazie VMap jako „zabudowa rzadka do umiarkowanie gęstej", a w innych przypadkach jako „gęsta".

Dlatego też proponuje się wprowadzenie następujących zmian służących ujednoliceniu sposobu wydzielania terenów zabudowy w VMap i TBD:

- wprowadzenie do VMap pojęcia zabudowy luźnej, gęstej i zwartej analogicznie jak w TBD,
- wydzielanie w bazie VMap zabudowy również na terenach zabudowy przemysłowej (bez względu na sposób przedstawiania jej na mapie papierowej),
- wydzielanie w VMap zabudowy na obszarze każdej miejscowości, a nie tylko tam gdzie wynika to z zasad redakcji mapy 1:50 000 (zarówno w celu uzyskania spójności z TBD, jak i możliwości identyfikacji w bazie danych wszystkich miejscowości w Polsce – dotychczas duża część miejscowości była przedstawiona tylko w postaci napisu na mapie),
- uszczegółowienie wytycznych TBD w zakresie wydzielania terenów zabudowy, doprowadzenie do większej jednoznaczności sposobu wydzielania zabudowy i ułatwienia procesu automatycznej generalizacji.

Na podstawie przeprowadzonej analizy proponuje się wprowadzenie zarówno w VMap, jak i TBD następujących definicji i zasad wydzielania terenów zabudowanych:

Zabudowa zwarta – obszar na którym powierzchnia zabudowana stanowi co najmniej 80% wydzielonego terenu. Granica obszaru zabudowy zwartej pokrywa się przeważnie z krawędziami budynków obejmując małe i wąskie dziedzińce o powierzchni mniejszej niż 1000 m^2, a z większych również te, których szerokość jest mniejsza niż 20 m.

Zabudowa gęsta – obszar obejmujący przynajmniej 3 budynki, spełniający następujące kryteria:

- W przypadku zabudowy przemysłowo-magazynowej, blokowej i innej odległości między narożnikami budynków lub między dłuższymi bokami są mniejsze niż 30 m.
- W przypadku zabudowy jednorodzinnej odległości między budynkami mieszkalnymi są mniejsze niż 30 m, a jednocześnie zagrody lub zagospodarowane działki budowlane stykają się ze sobą. Odległości między budynkami mieszkalnymi mogą być większe niż 30 m, ale mniejsze niż 50 m, jeżeli na terenie działek lub zagród znajdują się zabudowania gospodarcze, których ogólna powierzchnia jest większa od powierzchni budynków mieszkalnych.

Granicę obszaru zabudowy gęstej określa się w następujący sposób:

- Obszar zabudowy gęstej wyznaczają przeważnie kontury zagród, zagospodarowanych posesji lub ogrodzenia zamkniętych osiedli oraz zabudowanych kompleksów usługowych i produkcyjnych. Z obszaru zabudowy wyklucza się niezabudowany fragment posesji, zagrody lub ogrodzonego terenu, jeśli szerokość tego fragmentu jest większa niż 30 m.
- W przypadku zabudowy blokowej do obszaru zabudowanego włącza się tereny o typowych formach zagospodarowania osiedli mieszkaniowych, jakimi są place

zabaw, parkingi, tereny zieleni urządzonej, drogi dojazdowe i alejki. Tereny te wydziela się jednak z obszaru zabudowanego, jeśli ich szerokość jest większa niż 30 m. Kontur takiego wydzielonego obszaru może przebiegać albo wzdłuż krawędzi budynku, albo może dochodzić do sąsiadującej z budynkiem drogi dojazdowej lub ulicy.

Przebieg granicy terenu zabudowy upraszcza się tak, aby rzeczywiste odległości między dwoma załamaniami nie były mniejsze niż 20 m.

W bazach danych VMap L2 i TBD proponuje się wprowadzenie rozróżnienia terenów zabudowy zwartej i gęstej zgodnie z podanymi wyżej definicjami. W TBD należy pozostawić pozostałe zasady dotyczące wydzielania elementów pokrycia terenu m.in. minimalną wydzielaną powierzchnię oraz wydzielanie zabudowy luźnej. Proponuje się również wydzielać teren zabudowany na terenach przemysłowych, w obszarach gdzie znajdują się budynki. „Tereny przemysłowe" w bazie VMap L2 odpowiadają w TBD „terenom zabudowy przemysłowo-magazynowej" wraz z „innymi terenami niezabudowanymi".

Klasa obiektów „Posesja lub zespół posesji" w TBD w niektórych przypadkach odpowiada wyróżnieniu w VMap L2 „pojedyncza zagroda", ale tylko wtedy, gdy w obrębie posesji poza budynkiem mieszkalnym znajduje się przynajmniej jeden budynek gospodarczy, a odległości między posesjami są większe niż 50 m.

Duży budynek, np. halę fabryczną o powierzchni 3000 m^2 , zaliczymy do zabudowy luźnej, jeżeli w odległości mniejszej niż 30 m nie ma żadnego budynku lub znajduje się tylko 1 budynek. Jeśli obok są 3 budynki, a odległości między nimi są mniejsze niż 30 m, wtedy wyróżnić należy zabudowę gęstą, a gdy przylegają one do siebie – zabudowę zwartą.

Proponuje się wprowadzenie następującej zmiany w instrukcji VMap:

1) Proponuje się zmianę dziedziny atrybutu BAC w związku z ujednoliceniem definicji terenów zabudowanych:

Stan dotychczasowy

BAC: Klasyfikacja terenów zabudowanych
- 0 – nieznane
- 1 – rzadki do umiarkowanie gęstego
- 2 – gęsty

Nowa propozycja

BAC: Klasyfikacja terenów zabudowanych
- 0 – nieznane
- 1 – rzadki
- 2 – gęsty
- 3 – zwarty
- 501 – umowny (wprowadzany w celu dowiązania nazwy miejscowości)

2) Proponuje się rozszerzenie dziedziny atrybutu US2 w związku z przedstawianiem zabudowanych terenów przemysłowych:

Stan dotychczasowy

US2: Zastosowanie
- 0 – nieznane
- 500 – część miasta
- 501 – część wsi
- 502 – przysiółek
- 503 – kolonia
- 504 – osada
- 505 – gajówka
- 506 – leśniczówka
- 507 – nadleśnictwo
- 508 – druga (inna) nazwa
- 999 – inne

Nowa propozycja

US2: Rodzaj/klasa zabudowań
- 0 – nieznane
- 500 – część miasta
- 501 – część wsi
- 502 – przysiółek
- 503 – kolonia
- 504 – osada
- 505 – gajówka
- 506 – leśniczówka
- 507 – nadleśnictwo
- 508 – druga (inna) nazwa
- 509 – teren przemysłowy
- 999 – inne

Teren zabudowany o US2=509 obejmuje tylko obszar zabudowany terenu przemysłowego. Teren niezabudowany tegoż zakładu nie zostaje przedstawiony jako obiekt „Teren zabudowany". Całość obszaru przemysłowego (część zabudowana i niezabudowana) musi być dodatkowo w całości przedstawiona jako obszar odpowiedniego obiektu kategorii przemysł (zakład przetwórczy/przemysłowy, magazyn, baza transportowa itp.)

4.5.3. Propozycje uspójnienia VMap i TBD w zakresie przedstawiania informacji o drogach

Opracowanie i utrzymywanie w skali całego kraju dokładnej i aktualnej bazy informacji o sieci drogowej jest kluczowym elementem decydującym o możliwości szerokiego wykorzystania takiej bazy danych. Jest to kluczowa informacja w większości

zastosowań GIS i od jej jakości zależeć będzie popularność i przychody z tytułu udostępniania bazy danych.

Biorąc pod uwagę nowoczesne zastosowania GIS w zakresie zasilania systemów nawigacji samochodowej, zarządzania flotami pojazdów, monitorowania pojazdów i osób, planowania rozwoju sieci transportowej, działań ratowniczych i związanych z zarządzaniem kryzysowym dotychczasowy sposób przedstawiania sieci dróg w VMap jest niewystarczający. Z drugiej strony, pokrycie całego kraju bazą danych TBD o pełnej szczegółowości nie jest planowane. Umiejętne połączenia danych z VMap i danych z TBD może więc być czynnikiem decydującym o znaczeniu baz danych referencyjnych udostępnianych przez służby geodezyjne cywilne i wojskowe innym użytkowników i twórcom systemów informacyjnych.

Aby było to możliwe, konieczne jest jednak spójne podejście do sposobu reprezentacji sieci drogowej w bazie oraz do sposobu klasyfikacji dróg.

Obecnie różnice są bardzo duże.

- W VMap reprezentowana jest oś drogi, zaś w TBD oś jezdni.
- Klasyfikacja dróg w bazie VMap jest klasyfikacją typową dla map topograficznych, nie stosowaną poza branżą kartograficzną (brak podziału analogicznego jak w drogownictwie).
- Zasady zaklasyfikowania niektórych dróg w bazie VMap L2 wynikają nie z ich rzeczywistych parametrów, ale z konieczności przedstawienia ich na mapie określonym znakiem kartograficznym, np. zapis: „Drogi prowadzące do posesji i pojedynczych zagród digitalizować z atrybutami drogi gruntowej wiejskiej (drogi wiejskie definiowane są jako drogi bez nawierzchni twardej, a dojazdy do posesji mogą być przecież drogami twardymi).
- W VMap i TBD istnieje inne podejście w zakresie zaklasyfikowania elementów sieci komunikacyjnych jako ulice, przy czym ani w TBD, ani VMap sposób klasyfikacji nie jest jednoznaczny. W VMap zaklasyfikowanie drogi jako „Ulica" wynika przede wszystkim z potrzeby wyróżnienia drogi w zabudowie innym znakiem graficznym.
- Na terenie miast i miejscowości w VMap drogi przelotowe nie są ulicami. W TBD wszystkie drogi w obszarze miast biegnące w terenie zabudowanym są ulicami, za wyjątkiem niektórych dróg o charakterze obwodnic i dróg szybkiego ruchu. Atrybut określający, czy dana droga jest jednocześnie ulicą, jest niezależny od atrybutu klasyfikacji dróg.

W celu umożliwienia swobodnej wymiany danych pomiędzy VMap L2 i TBD, a w szczególności umożliwienia utworzenia bazy danych o charakterze wielorozdzielczym („wieloskalowym"), zbudowanej w oparciu o TBD i VMap L2, proponuje się wprowadzenie następujących zmian:

- wprowadzenie drugiego poziomu uogólnienia danych w TBD,
- wprowadzenie reprezentacji osi jezdni jako podstawowego sposobu reprezentacji sieci drogowej w VMap,
- zmiana sposobu definiowania wybranych atrybutów oraz zasad pozyskiwania elementów sieci drogowej,

- wykorzystanie w obu opracowaniach tej samej bazy jednostek administracyjnych (zmiana klasy z drogi na ulicę),
- wprowadzenie wspólnych wykazów szlaków drogowych.

W zakresie zmian dotyczących atrybutów proponuje się wprowadzenie następujących redefinicji i rozszerzeń:

1) Należy wprowadzić wypełnienie atrybutu RTT dla obiektów klasy szosa/droga na zgodny z klasyfikacją stosowaną przez Zarządy Dróg w Polsce.

Stan dotychczasowy

RTT: Przewidywane zastosowanie drogi
0 – nieznane
14 – droga główna
15 – droga drugorzędna
16 – ograniczony dostęp (autostrada)

Nowa propozycja:

RTT: Przewidywane zastosowanie drogi
0 – nieznane
14 – droga (ulica) główna
15 – droga (ulica) zbiorcza
16 – autostrada (ograniczony dostęp)
501 – droga (ulica) ekspresowa
502 – droga (ulica) główna ruchu przyspieszonego
503 – droga (ulica) lokalna
504 – droga (ulica) inna

Zmiana ta pozwoli na stosowanie w obu bazach danych tej samej klasyfikacji, stosowanej przez zarządy dróg wszystkich szczebli w Polsce, związanej z klasą techniczną drogi. Klasyfikacja ta jest istotna z punktu widzenia zarządzania drogą oraz z punktu widzenia planowania przestrzennego (np. z omawianą klasyfikacją dróg związane są minimalne odległości obiektów budowlanych od dróg, szerokości pasów itp.).

Klasyfikacja dróg publicznych następuje na mocy odpowiednich uchwał samorządu terytorialnego na podstawie opracowań zarządów dróg. Wprowadzenie do bazy danych tego typu klasyfikacji nie powinno wpływać w istotny sposób na czas i koszty opracowania. Jest natomiast użyteczne z punktu widzenia współpracy z innymi branżami oraz z punktu widzenia przewidywanych zastosowań danych referencyjnych w Polsce. Problemem na obecnym etapie jest nie zakończony proces klasyfikowania dróg przez samorządy. Wymusza to konieczność przeprowadzenia zaklasyfikowania tymczasowego przez Wykonawcę wprowadzającego dane do bazy danych. Zakłada się, iż w ponad 90% przypadków zaklasyfikowanie to będzie zgodne z klasyfikacją ostateczną, którą wprowadzi się sukcesywnie w przyszłości w ramach dalszych permanentnych aktuali-

zacji bazy danych. Odpowiednio wypełnione metadane pozwolą na łatwe rozróżnienie tymczasowego zaklasyfikowania od zaklasyfikowania ostatecznego, formalnego.

Poniżej przedstawiono definicje poszczególnych klas obiektów wraz z informacjami dodatkowymi dotyczącymi sposobu rozróżniania poszczególnych klas:

A	autostrada
S	droga lub ulica ekspresowa
GP	droga lub ulica główna ruchu przyspieszonego
G	droga lub ulica główna
Z	droga lub ulica zbiorcza
L	droga lub ulica lokalna
I	inna droga lub ulica

W stosunku do klasyfikacji stosowanej w drogownictwie wprowadzono uproszczenie polegające na połączeniu dojazdowych dróg publicznych w jedną kategorię z pozostałymi rodzajami dróg niepublicznych – kategoria „Inna droga lub ulica".

Proponuje się przyjęcie dla obu produktów następujących definicji[9]:

Autostrada

Autostrada jest drogą przeznaczoną do szybkiego przemieszczania się wyłącznie pojazdów samochodowych, nie obsługującą przyległego terenu i charakteryzującą się tym, że:

- ma co najmniej dwie nie mniej niż dwupasmowe jednokierunkowe jezdnie, trwale rozdzielone pasem dzielącym,
- krzyżowanie się z drogami i innymi rodzajami tras komunikacyjnych występuje w różnych poziomach (są bezkolizyjne),
- wyjazdy i wjazdy są możliwe tylko na węzłach,
- ma pasy awaryjne, służące do zatrzymywania się i postoju pojazdów unieruchomionych z przyczyn technicznych,
- jest wyposażona w urządzenia obsługi podróżnych i pojazdów, przeznaczone wyłącznie dla jej uczestników,
- jest oznaczona specjalnym znakiem „autostrada".

Autostrada pełni funkcję drogi krajowej i:

- łączy główne ośrodki gospodarcze i administracyjne kraju,
- obsługuje ruch międzynarodowy w europejskiej sieci autostrad.

Droga lub ulica ekspresowa

Jest drogą przeznaczoną do szybkiego przemieszczania się wyłącznie pojazdów samochodowych, nie obsługującą przyległego terenu i charakteryzującą się tym, że:

- ma dwie nie mniej niż dwupasowe jednokierunkowe jezdnie, trwale rozdzielone pasem dzielącym lub jedną jezdnię dwukierunkową,

[9] Definicje zaczerpnięte z rozporządzeń i wytycznych stosowanych w drogownictwie, przyjęte obecnie do stosowania w TBD

- krzyżowanie się z drogami i innymi rodzajami tras komunikacyjnych występuje w różnych poziomach, przy czym wyjątkowo dopuszcza się skrzyżowania z niektórymi drogami,
- wyjazdy i wjazdy są możliwe tylko na węzłach lub wyjątkowo skrzyżowaniach, ma pasy awaryjne, służące do zatrzymywania się i postoju pojazdów unieruchomionych z przyczyn technicznych; wyjątkowo zamiast pasów awaryjnych dopuszcza się opaski i zatoki awaryjnego postoju
- jest wyposażona w urządzenia obsługi podróżnych i pojazdów, przeznaczone wyłącznie dla jej uczestników,
- jest oznaczona specjalnym znakiem „droga ekspresowa".

Droga lub ulica ekspresowa pełni funkcję drogi krajowej i:

- łączy główne ośrodki gospodarcze, administracyjne i turystyczne kraju,
- obsługuje ruch międzynarodowy.

Droga lub ulica ruchu przyspieszonego

Jest ogólnodostępną drogą przeznaczoną dla wszystkich użytkowników dróg z możliwością ograniczenia ruchu niektórych grup użytkowników lub rodzajów pojazdów. Droga tej klasy charakteryzuje się tym, że:

- ma jedną dwupasową jezdnię dwukierunkową lub dwie jezdnie jednokierunkowe,
- ma zapewnione połączenia z drogami publicznymi na skrzyżowaniach lub węzłach,
- krzyżuje się z innymi rodzajami tras komunikacyjnych z zasady na różnych poziomach, w zasadzie omija tereny o zwartej zabudowie.

Droga ruchu przyspieszonego pełni funkcję drogi krajowej, a w niektórych przypadkach wojewódzkiej i zapewnia:

- powiązania regionalnych ośrodków administracyjnych, gospodarczych i turystycznych,
- połączenia międzynarodowe nie obsługiwane przez autostrady i drogi ruchu ekspresowego,
- ważniejsze połączenia miast o znaczeniu regionalnym,
- inne połączenia uzasadnione potrzebami.

Droga lub ulica główna

Jest ogólnodostępną drogą przeznaczoną dla wszystkich użytkowników dróg i charakteryzuje się tym, że:

- ma jedną dwupasową jezdnię dwukierunkową lub wyjątkowo dwie jezdnie jednokierunkowe,
- ma zapewnione połączenia z drogami publicznymi na skrzyżowaniach lub wyjątkowo w węzłach,
- krzyżuje się z innymi rodzajami tras komunikacyjnych w jednym poziomie lub w różnych poziomach.

Droga lub ulica główna może być drogą wojewódzką, powiatową, a w wyjątkowych przypadkach krajową, zapewnia ona:

- pozostałe połączenia miast o znaczeniu regionalnym,
- połączenia innych miast o istotnym znaczeniu administracyjno-gospodarczym o ośrodków turystycznych,
- połączenia międzynarodowe o znaczeniu regionalnym,
- inne połączenia uzasadnione potrzebami.

Droga lub ulica zbiorcza

Jest ogólnodostępną drogą przeznaczoną dla wszystkich użytkowników dróg i charakteryzuje się tym, że:

- ma jedną dwupasową jezdnię dwukierunkową,
- ma zapewnione połączenia z drogami publicznymi na skrzyżowaniach,
- krzyżuje się z innymi rodzajami tras komunikacyjnych w jednym poziomie.

Droga lub ulica zbiorcza może być drogą wojewódzką, powiatową lub wyjątkowo gminną, zapewnia ona połączenia:

- regionalnych ośrodków gospodarczych z siedzibami gmin, powiatów,
- miast z miejscowościami o znaczeniu przemysłowo-gospodarczym w ramach regionu,
- miast w strefach przygranicznych z lokalnymi przejściami granicznymi.

Droga lub ulica lokalna

Jest ogólnodostępną drogą przeznaczoną dla wszystkich użytkowników dróg i charakteryzuje się tym, że:

- ma jedną dwupasową jezdnię dwukierunkową,
- ma zapewnione połączenia z drogami publicznymi na skrzyżowaniach,
- krzyżuje się z innymi rodzajami tras komunikacyjnych w jednym poziomie.

Droga lub ulica lokalna jest drogą gminną, a w wyjątkowych przypadkach powiatową, zapewnia połączenia wewnętrzne i zewnętrzne miast i wsi o małym natężeniu ruchu.

Inna droga lub ulica

Droga lub ulica nie zaliczona do innych kategorii, m.in. drogi publiczne klasyfikowane jako drogi dojazdowe oraz drogi wewnętrzne, w tym ulice w osiedlach mieszkaniowych, drogi dojazdowe do gruntów rolnych i leśnych, drogi dojazdowe do posesji, drogi wewnętrzne w obrębie zakładów i instytucji itp.

Klasy nadawane są drogom odpowiednio przez zarządzającego drogami:

- drogi krajowe (zarządza nimi Generalna Dyrekcja Dróg Krajowych i Autostrad)
  klasa A, S, GP, wyj. G,
- drogi wojewódzkie (zarządza nimi Urząd Marszałkowski poprzez Zarząd Dróg Wojewódzkich)
  klasa G, Z, wyj. GP,
- drogi powiatowe (zarządza nimi starosta przez Zarząd Dróg Powiatowych)
  klasa G, Z, wyj. L,
- drogi gminne (zarząd gminy)
  klasa L, D, wyj.,
- drogi leśne, zakładowe i prywatne.

2) Proponuje się wprowadzenie wyraźnego wyjaśnienia, iż w instrukcji VMap L2 występują dwa rodzaje klasyfikacji dróg:
   - rzeczywista wynikająca z parametrów drogi i jej funkcji,
   - kartograficzna – podyktowana względami wizualizacyjnymi, np. pojęcia uliców-ka, droga wiejska.

   Pojęcia takie („ulicówka", „droga wiejska") nie występują w TBD oraz zasadniczo nie są stosowane poza branżą geodezyjną. Dla utrzymania spójności z dotychczasowymi pracami i przyzwyczajeniami wykonawców, użytkowników i zarządzających bazą VMap pojęcia te w instrukcjach można pozostawić na obecnym etapie, ale pod warunkiem ścisłego objaśnienia celu tej klasyfikacji (wizualizacja danych). Docelowo najlepszym rozwiązaniem byłoby odejście od tego rodzaju dodatkowej klasyfikacji.

3) Proponuje się uproszczenie dziedziny atrybutu USG i ujednolicenie ze stosowaną klasyfikacją w Polsce poprzez wprowadzenie zmian opisu klasyfikacji przedstawionych poniżej:

Stan dotychczasowy

USG: Zastosowanie
- 0 – nieznane
- 4 – państwowa/krajowa
- 5 – regionalna
- 6 – prywatna
- 16 – miejska/obszaru zabudowanego
- 23 – międzynarodowa
- 33 – prowincjonalna/wojewódzka
- 37 – międzyregionalna
- 113 – regionalna/powiatowa
- 114 – komunalna/gminna
- 999 – inna

Nowa propozycja:

USG: Zastosowanie
- 0 – nieznane
- 4 – krajowa
- 6 – prywatna
- 33 – wojewódzka
- 113 – powiatowa
- 114 – gminna
- 999 – inna publiczna

4) Proponuje się rozszerzenie dziedziny atrybutu RST:

Stan dotychczasowy

RST: Typ nawierzchni drogi/pasa startowego
- 0 – nieznane
- 1 – utwardzona/ brukowana
- 2 – sypka/nie brukowana

Nowa propozycja

RST: Typ nawierzchni drogi/pasa startowego
- 0 – nieznane
- 1 – utwardzona/ brukowana
- 2 – sypka/nie brukowana
- 6 – naturalna/brak

Rozszerzenie wprowadza się w celu umożliwienia pełnej klasyfikacji nawierzchni. Zmiana nie wpływa na pracochłonność prac. Wartość atrybutu może być wyliczona z informacji o rodzaju nawierzchni (atrybut MCC).

5) Proponuje się ujednolicenie pojęcia ulicy.

Według wytycznych projektowania dróg publicznych z ulicą mamy do czynienia na obszarach zurbanizowanych i przeznaczonych do urbanizacji, leżących w granicach administracyjnych miast (za wyjątkiem dróg projektowanych jako obwodnice miast i dróg o przeważającym ruchu tranzytowym, do których z uwagi na ich funkcje i przeznaczenie częściowo ogranicza się dostępność).

Pojęcie „ulica" ma często charakter formalny, nie zaś topograficzny, należy zatem dokonać jego modyfikacji i rozważyć zmianę definicji ulicy na przedstawioną poniżej:

W miastach i wsiach, w których istnieje sieć ulic z nazwami:
Droga dostosowana do komunikacji kołowej (czasami tylko pieszej) posiadająca nazwę własną i przy której znajdują się jakiekolwiek budynki. Do ulic nie zaliczamy dróg projektowanych jako obwodnice miast oraz tych dróg o przeważającym ruchu tranzytowym, do których z uwagi na ich funkcje i przeznaczenie częściowo ogranicza się dostępność. Do ulic nie zalicza się również odcinków dróg wylotowych znajdujących się poza skrajną zabudową danej miejscowości.

We wsiach, w których nie ma sieci ulic z nazwami własnymi:
Decydując się na uznanie danej drogi za ulicę bierzemy pod uwagę istnienie przy drodze zabudowy, długość pasma zabudowy, wzajemny układ dróg oraz kategorię i rodzaj nawierzchni drogi.

1. Drogę (również gruntową) uznajemy za ulicę, gdy znajduje się przy niej zabudowa zwarta lub gęsta. Jeśli zabudowa ta znajduje się przy drodze gruntowej wychodzącej ze wsi, aby uznać tę drogę za ulicę, pasmo zabudowy powinno mieć długość co najmniej 200 m,
2. Gdy przy drodze znajduje się zabudowa luźna i/lub pasma zabudowy gęstej o długości poniżej 200 m, wtedy aby drogę tę uznać za ulicę, powinna mieć ona

nawierzchnię twardą lub utwardzoną, a w przypadku dróg wylotowych długość co najmniej 200 m .

3. Dróg przelotowych o ograniczonej dostępności, przechodzących przez wieś, nie kwalifikuje się jako ulice.

Jednocześnie należy wprowadzić w VMap L2 następującą zmianę wartości atrybutu TUC:

Stan dotychczasowy

TUC: Kategoria zastosowań transportowych

0 – nieznane
2 – autostrada
4 – drogi
6 – ulice
36 – wjazd/zjazd z autostrady/ droga dojazdowa
42 – rondo na drodze przelotowej
999 – inne

Nowa propozycja

TUC: Kategoria zastosowań transportowych

0 – nieznane
2 – autostrada
4 – drogi (poza terenami zabudowanymi)
6 – szosa/droga na obszarze terenu zabudowanego (ulica)
36 – wjazd/zjazd z autostrady
501 – ulica inna
999 – inne

Zmiana opisu wartości 4 i 6 atrybutu TUC oraz dodanie wartości 501 wynika z istnienia obecnie niespójności podziału elementów sieci drogowej na drogi i ulice. Przy dotychczasowej klasyfikacji część ulic w miastach należało oznaczać jako drogę, a część jako ulicę, co nie jest zgodne z rzeczywistą sytuacją w terenie i stosowanymi definicjami (istniejący podział wynikał przede wszystkim z wymagań wizualizacji kartograficznej).

W TBD odróżnienie drogi od ulicy następuje poprzez przypisanie odpowiedniej wartości w atrybucie ULICA: 1 – dla jezdni wchodzących w skład ulic, 0 – dla jezdni nie zaliczanych do ulic. W przypadku dróg gruntowych jako ulice oznacza się fragmenty jezdni przebiegające w zabudowie.

Aby ograniczyć zmiany struktury bazy danych VMap, rezygnuje się z dodania w VMap dodatkowego atrybutu ULICA i ogranicza się do przedstawionej powyżej interpretacji wartości atrybutu TUC. I tak TUC=6 wprowadza się dla dróg przynajmniej drugorzędnych (przelotowych) oraz TUC=501 dla pozostałych dróg w i poza terenem zabudowanym, które dotychczas na VMap oznaczane były jako tzw. ulicówki (tabela poniżej), co umożliwi utrzymanie dotychczasowego sposobu wizualizacji danych VMap.

Tabela 3
Table 3

Zestaw wartości atrybutów wyznaczający „ulicówki” na wojskowej mapie topograficznej 1:50 000 z bazy VMap L2 pierwszej edycji
Value domains used to model the attributive properties of streets in the military topographic map at scale 1:50 000 derived from the VMap L2 data base v1.0

Droga / Atrybut	Ulicówka
EXS(1)	28
LOC(2)	8
LTN(3)	
MED	2
NAM(4)	
RST()	1
RTT(6)	0
TUC	6
USG(7)	
WD1(8)	
WTC	1
WD2(9)	
MCC(10)	
RPC(11)	1

Tabela 4
Table 4

Zestaw wartości atrybutów wyznaczający „ulicówki” na wojskowej mapie topograficznej 1:50 000 z bazy VMap L2 drugiej edycji
Value domains used to model the attributive properties of streets in the military topographic map at scale 1:50 000 derived from the VMap L2 data base v2.0

Droga / Atrybut	Ulicówka (druk)
EXS(1)	28
LOC(2)	8
LTN(3)	
MED	2
NAM(4)	
RST(5)	1
RTT(6)	504
TUC(7)	501
USG(8)	
WD1(9)	
WTC	1
WD2(10)	
MCC(11)	
RPC(12)	1

W TBD dla odcinków jezdni wchodzących w skład ulic posiadających nazwę należy przyporządkować identyfikator ulicy z wykazu ulic odpowiedniej miejscowości (tabela ULICE).

W przypadku VMap ze względu na przyjęty zakres informacyjny opracowania nie wprowadza się nazw ulic, w związku z tym nie jest konieczne w ramach prowadzonych uspójnień dodawanie identyfikatora (klucza obcego) łączącego z wykazem ulic.

4.5.4. Propozycje uspójnienia VMap i TBD w zakresie przedstawiania informacji o sieci hydrograficznej

Opracowanie i utrzymywanie w skali całego kraju kompletnej i aktualnej informacji o sieci hydrograficznej jest ważnym elementem decydującym o możliwości szerokiego wykorzystania bazy danych referencyjnych, szczególnie w zakresie ochrony przyrody. Sieć hydrograficzna jest bowiem podstawowym elementem treści różnych opracowań tematycznych.

Biorąc pod uwagę możliwość wykorzystania danych z baz referencyjnych w procesie tworzenia baz danych i map tematycznych (np. sozologicznej, geośrodowiskowej), dotychczasowy sposób przedstawiania sieci rzecznej w VMap L2 jest niewystarczający. Umiejętne połączenia danych z VMap i TBD może więc być istotnym czynnikiem ograniczającym wielokrotne pozyskiwanie „podkładowych" danych topograficznych przez różne instytucje.

Aby było to możliwe, konieczne jest jednak spójne podejście do sposobu reprezentacji sieci rzecznej w bazach TBD i VMap L2.

Obecnie różnice są bardzo duże:

- W VMap rzeki o szerokości do 30 m przedstawia się liniowo (klasa obiektów LBH140 Rzeka/strumień_L), rzeki o szerokości powyżej 30 m tylko powierzchniowo (ABH140 Rzeka/strumień_A). W TBD wszystkie cieki reprezentowane są liniowo poprzez pokazanie osi cieku, dla cieków o szerokości powyżej 5 m dodatkowo wydziela się w ramach pokrycia terenu obiekt powierzchniowy PKWO_A „Obszary wód".
- W VMap wody powierzchniowe reprezentowane są przez kilka oddzielnych klas obiektów: „Jezioro/staw", „Kanał/rów", „Morze/woda otwarta", Rezerwuar/zbiornik", „Rzeka/strumień", „Staw rybny/morska hodowla ryb". W TBD wszystkie wody powierzchniowe reprezentuje się poprzez jedną klasę „Obszary wód" w ramach której rozróżnia się jeziora, kanały, zbiorniki, morza poprzez nadanie odpowiedniego atrybutu.
- W VMap dla każdego obiektu powierzchniowego lub liniowego reprezentującego elementy sieci hydrograficznej przypisuje się nazwę cieku lub zbiornika wodnego poprzez użycie atrybutu NAM: Nazwa. Nie wykorzystuje się i nie buduje się tym samym wykazów cieków i zbiorników. Z punktu widzenia teorii relacyjnych baz danych struktura ta powoduje redundancję i wymaga dodatkowego oprogramowania sprawdzającego unikalność i poprawność wprowadzonych informacji. W TBD do obiektu nie jest przypisana bezpośrednio nazwa ale identyfikator cieku lub zbiornika z wykazu cieków lub zbiorników (relacja typu 1:N, użycie klucza obcego).

- Obecnie ani w VMap, ani w TBD nie jest możliwa łatwa identyfikacja cieku, brak jest bowiem informacji o hierarchii danego cieku w sieci rzecznej, tzn. informacji o recypiencie danego cieku.
- Baza VMap zawiera znacznie bardziej rozbudowaną strukturę w zakresie cieków i zbiorników wodnych od TBD (prędkość przepływu, zastosowanie, czas opróżniania zbiornika, objętość zbiornika, informacja o zasoleniu, głębokość, dodatkowa nazwa cieku itp.) Większość tych atrybutów nie jest jednak wypełniana danymi.

W celu umożliwienia swobodnej wymiany danych pomiędzy VMap a TBD za najważniejsze należy uznać wprowadzenie następujących zmian:
- wprowadzenie drugiego poziomu uogólnienia danych w TBD,
- wprowadzenie reprezentacji osi cieku jako podstawowego sposobu reprezentacji sieci rzecznej w VMap,
- wprowadzenie i wykorzystywanie wspólnych wykazów cieków i zbiorników wodnych w VMap i TBD.

Poniżej przedstawiono proponowany zakres zmian w zapisach instrukcji VMap i TBD:

1) Proponuje się rozszerzyć i zmienić opis sposobu pozyskiwania danych VMap w ramach klasy obiektów LBH140 Rzeka/strumień_L

   Stan dotychczasowy
   Rzeki o szerokości większej niż 30 metrów digitalizować jako obiekty powierzchniowe (ABH140).

   Nowa propozycja:
   Rzeki o szerokości większej niż 30 metrów dodatkowo reprezentowane są jako obiekty powierzchniowe (ABH140). Obiekt liniowy LBH140 na granicy obiektu powierzchniowego ABH140 powinien ulec segmentacji. W przypadku cieków szerszych od 30 m obiekt LBH140 wprowadzać w miejscu osi cieku (w przybliżeniu).

2) Należy dodać w VMap L2 (klasa obiektów LBH140 Rzeka/strumień_L) pole atrybutowe:

   IDN: Identyfikator cieku
   Sposób powiązania z odpowiednim wykazem cieków przedstawiony został w rozdziale 5.5.5.

4.5.5. Propozycje uspójnienia VMap i TBD w zakresie wybranych wykazów obiektów

Jednym z istotnych czynników mogących w istotny sposób ułatwić wymianę danych pomiędzy bazami VMap i TBD jest stosowanie podczas pozyskiwania danych wspólnych wykazów obiektów (tabel). Za szczególnie istotne należy uznać wykazy: miejscowości, cieków, zbiorników wodnych, kanałów, szlaków drogowych i odcinków linii kolejowych.

Warunkiem koniecznym uspójnienia obu baz danych jest utworzenie takich wykazów w wersji inicjalnej dla obszaru całego kraju na podstawie istniejących baz danych, a następnie ustalenie procedur ich aktualizacji na podstawie informacji zbieranych podczas tworzenia TBD, VMap, a także informacji otrzymywanych z instytucji odpowiedzialnych za gromadzenie i udostępnianie tego typu danych. Warunkiem niezbędnym jest też utworzenie systemu udostępniania i aktualizacji tych informacji, np. przy użyciu aplikacji internetowej.

Utrzymanie spójnych wykazów umożliwi ich szybszą aktualizację, uniknięcie powielania prac oraz ułatwi powiązanie baz VMap i TBD z innymi specjalistycznymi bazami danych.

Wykaz miejscowości

Wykaz miejscowości pozwala na przypisanie odpowiedniego identyfikatora miejscowości wszędzie tam, gdzie zapisywany w bazie danych jest związek danego obiektu z określoną miejscowością. W przypadku TBD związek taki występuje np. w przypadku wprowadzania granic miejscowości, wprowadzania ulic, określania początku i końca szlaku drogowego, wprowadzania tzw. punktów adresowych (informacja fakultatywna w TBD).

W VMap powiązanie tego typu występuje m.in. przy wprowadzaniu zasięgów terenów zabudowanych.

Należy podkreślić, iż w obecnej wersji struktury i instrukcji VMap L2 pierwszej edycji nie było możliwości zapisu oraz dostępu do pełnego wykazu miejscowości. Wykaz miejscowości dostępny jest jedynie w tzw. gazeterze. Należy jednocześnie zauważyć, że w TBD miejscowości traktowane są jako oddzielna klasa obiektów, w ramach której pozyskuje się granice miejscowości (z różną dokładnością).

W bazie VMap pierwszej edycji nie istnieje klasa obiektów „Miejscowości" (informacje o miejscowości zawarte są w klasie przechowującej informacje o zabudowie) przyjmując założenie o minimalizacji zamian w VMap i TBD proponuje się przyjęcie struktury i zasad wprowadzania informacji o miejscowościach w sposób zbliżony do wytycznych TBD, ale bez wprowadzania nowej klasy obiektów w VMap. Rozpoczęcie pozyskiwania granic miejscowości w VMap (i rozszerzenie struktury bazy danych) uznano za zmianę wykraczającą poza postawione na wstępie założenia minimalizacji zmian. Dlatego proponuje się pozostanie przy istniejącej metodzie przypisywania terenu zabudowanego do miejscowości, ale rozszerzonej o wykorzystanie identyfikatora miejscowości wskazującego na wspólny wykaz miejscowości z bazą TBD.

Proponuje się, aby w zakresie wprowadzania identyfikatorów miejscowości zarówno w TBD, jak i VMap stosować unikalny identyfikator Głównego Urzędu

Statystycznego. Identyfikator ten w danych udostępnianych przez GUS jest zapisany w tabeli o nazwie „WM1002", w kolumnie o nazwie: „SYM". Na przykład dla Warszawy oznaczenie to jest następujące: „0918123".

W Instrukcji VMap L2 należy rozszerzyć strukturę klasy AAL020 („Teren zabudowany_A") poprzez dodanie kolumny „klucza obcego" przechowującej identyfikator miejscowości. Kolumna NAM (przechowująca nazwę miejscowości) staje się redundantna i teoretycznie nieprzydatna. Ze względu jednak na ograniczenie zmian do minimum proponuje się jej pozostawienie i automatyczne wypełnianie wartościami na podstawie identyfikatorów miejscowości.

Proponuje się dodanie w bazie VMap do klasy obiektów AAL020 pola:

IDN: Identyfikator miejscowości

Atrybut IDN należy wypełnić kodem identyfikacyjnym GUS, za wyjątkiem tych miejscowości które takiego kodu w bazie GUS nie posiadają. Miejscowości te powinny otrzymać kod nadany w ramach opracowania i aktualizowania wspólnych wykazów miejscowości przez wojskowe i cywilne służby geodezyjno-kartograficzne. Kod musi jednoznacznie identyfikować miejscowość na terenie Polski.

Wykaz cieków i zbiorników wodnych

Wykaz cieków i zbiorników wodnych pozwala na przypisanie odpowiedniego identyfikatora cieku lub zbiornika wszędzie tam, gdzie zapisywany w bazie danych jest związek danego obiektu z ciekiem lub zbiornikiem wodnym. W przypadku TBD związek taki występuje np. w przypadku wprowadzania nazw wód powierzchniowych, przypisywania nazw odcinkom cieków, powiązania wałów i grobli z ciekami lub zbiornikami.

W VMap L2 oddzielny słownik cieków i zbiorników wodnych nie istnieje. Nazwy wód powierzchniowych wpisuje się jako ich atrybut. Nazwy cieków w sposób redundantny przypisuje się natomiast poszczególnym odcinkom cieków.

Opracowany dla potrzeb Bazy Danych Topograficznych wykaz nazw oraz związanych z nimi identyfikatorów obiektów hydrograficznych obejmuje obecnie zaledwie kilka procent powierzchni kraju. Podobne wykazy są jednak stosowane także w państwowych bazach danych tematycznych: Komputerowej Mapie Podziału Hydrograficznego Polski (opracowana przez IMiGW), Mapie Hydrogeologicznej Polski (Państwowy Instytut Geologiczny) oraz bazach danych hydrograficznej i sozologicznej opracowywanych na zlecenie Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii. Mapa hydrograficzna Polski będąca jednym z produktów bazy danych HYDRO obejmuje obszar blisko połowy kraju. Z bazą tą związany jest wykaz cieków i zbiorników wodnych zwanych **Bazą Wody**.

Wykaz dostępny jest na serwerze Centralnego Ośrodka Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej pod adresem internetowym *http://217.153.152.212/baza_wody*.

Umieszczone w tej bazie informacje są zsynchronizowane z już istniejącymi opracowaniami mapy sozologicznej (wykonanymi wg Wytycznych Technicznych GIS-4 oraz Wytycznych Technicznych K-3.6 [1997]) i hydrograficznej (wykonanymi wg Wytyczne Techniczne GIS-3 oraz Wytyczne Techniczne K-3.4 [1997]) oraz takimi

samymi opracowaniami równolegle wykonywanymi przez innych wykonawców. Baza danych swoim zakresem obejmuje informacje ze wszystkich powyższych opracowań. Aktualny stan tabeli BAZA_WODY dostępny jest, w trybie on-line (poprzez Internet), na serwerze CODGiK (dostęp ograniczony do osób posiadających hasło dostępu). Korzystając z niego można wprowadzać nowe pozycje, aktualizować już istniejące wpisy i pozyskiwać ostateczną pełną treść tabeli BAZA_WODY. Struktura tej bazy przedstawiona została poniżej:

NR	N 5	Numer referencyjny nazwy wody powierzchniowej*
NAZWA_GLOWNA	C 99	Nazwa główna wody powierzchniowej**
NAZWA_DODATKOWA	C 99	Nazwa dodatkowa wody powierzchniowej**
DOPLYWA_DO	N 5	Numer referencyjny rzeki, której jest dopływem*
ID_HYD_IMGW	N 16	Identyfikator rzeki/jeziora zgodny z Komputerową Mapą Podziału Hydrograficznego Polski (IMGW)*

* Objaśnienie dotyczące stosowania: –10– brak danych,
– 1 – nie dotyczy.
** Objaśnienie dotyczące stosowania: „brak danych" – brak danych,
„nie dotyczy" – nie dotyczy.

Wydaje się więc, że baza ta mogłaby być wykorzystana również w TBD i VMap. Podczas pozyskiwania danych w ramach prac VMap i TBD baza ta mogłaby być aktualizowana i rozszerzana. Należy przeprowadzić w tym zakresie eksperymenty praktycznie i utworzyć oraz prowadzić wspólny wykaz cieków i zbiorników wodnych dla baz topograficznych i baz tematycznych.

Wykaz szlaków drogowych

Wykaz szlaków drogowych pozwala na przypisanie do odcinka drogi jego odpowiedniego numeru lub numerów. W TBD realizowane jest to poprzez wypełnianie tabeli intersekcji INT_JEZDNIE_SZLAKI, w której następuje powiązanie odcinków jezdni z tabelą SZLAKI_DROGOWE.

W VMap L2 realizowane jest to w następujący sposób:

- Odcinki dróg o podwójnej numeracji opisuje się w atrybucie NAM, wymieniając wszystkie numery drogi:
  a) drogi tej samej klasy oddziela się znakiem „**&**" np. 520&525. W przypadku dróg międzynarodowych NAM=4&E40 (pierwszy numer krajowy drogi),
  b) drogi różnej klasy oddziela się znakiem „**;**" np. 5;520.
- Jeżeli droga ma nazwę własną, to w atrybucie NAM wpisuje się tę nazwę, dwukropek i numer drogi np. DROGA PIASTÓW:123.

Obecnie możliwe jest pozostawienie w VMap dotychczasowego sposobu zapisu danych o numerach dróg. Należy jednak dążyć do pozyskiwania danych i przypisywania numerów dróg poprzez korzystanie ze wspólnego dla Zarządu Geografii Wojskowej i Głównego Urzędu Geodezji i Kartografii wykazu szlaków drogowych,

aktualizowanego w porozumieniu z zarządami dróg. Należy także rozważyć wprowadzanie w VMap numerów dróg powiatowych i gminnych.

4.6. Proponowane zmiany Wytycznych Technicznych „Baza Danych Topograficznych”

Zmiany w Wytycznych TBD wynikające z proponowanych uspójnień modelu zależą od przyjętej strategii łączenia baz danych VMap i TBD. Rozważyć należy co najmniej dwa główne scenariusze postępowania w tym zakresie:

1) Dane z bazy VMap L2 i TBD przekazywane są do ośrodków dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej. W ośrodkach dokumentacji tworzone są dwa niezależne zasoby danych: zasób VMap i zasób TBD. W zależności od potrzeb dane te są kompilowane na różne sposoby przez poszczególne ośrodki dokumentacji. Efektem kompilacji jest każdorazowo inna baza danych wykorzystywana do dalszych opracowań specjalistycznych.
2) Dane z bazy VMap L2 i TBD przekazywane są do ośrodków dokumentacji geodezyjnej i kartograficznej. Dane z bazy VMap L2 ulegają przetworzeniu według ściśle ustalonego standardu do struktury właściwej TBD na tzw. drugim poziomie uogólnienia. W ośrodkach dokumentacji tworzony jest zasób danych referencyjnych. Zasób ten ma charakter wielorozdzielczej bazy danych. Efektem kompilacji jest zestandaryzowana baza danych wykorzystywana do dalszych opracowań specjalistycznych.

W pierwszym przypadku proponowane zmiany w niewielkim stopniu wpływają na zmianę szczegółowych zapisów Wytycznych technicznych „Baza Danych Topograficznych (TBD) – wersja 1”. Wymagają przede wszystkim zmian opisu sposobu wydzielania terenów zabudowanych oraz wyraźnego wskazania na konieczność wykorzystania wspólnych z VMap L2 wykazów danych. Na konieczność korzystania z takich wykazów i ich aktualizacji należy zwrócić szczególną uwagę przy budowie Systemu Zarządzania Bazą Danych Topograficznych.

W drugim przypadku (zdaniem autorów o wiele lepszym pod względem merytorycznym) konieczne są istotne rozszerzenia Wytycznych TBD. Prawdopodobnie najlepszym rozwiązaniem, zgodnym z intencjami autorów Wytycznych TBD, byłoby w takim przypadku opracowanie oddzielnej części Wytycznych poświęconej sposobowi konwersji danych z VMap L2 drugiej edycji do struktury TBD.

4.7. Proponowane zmiany instrukcji operatorskiej VMap

Proponowane zmiany wynikające z niniejszego opracowania nie wpływają w zasadniczy sposób na tekst instrukcji VMap L2 (tzw. Instrukcji Operatorskiej) w zakresie dotyczącym opisu struktury bazy danych. Zmiany wpływają w największym stopniu na opis sposobu pozyskiwania niektórych danych, przede wszystkim sposobu wektoryzacji terenów zabudowy oraz na sposób pozyskiwania informacji o drogach i ciekach.

Wymagana jest również zmiana opisu sposobu opracowania mapy topograficznej 1:50 000 na podstawie zmodyfikowanych danych lub opisu nowych zasad redakcji tej mapy.

4.8. Ryzyko zmian

Pomimo minimalizacji proponowanych zmian w VMap i TBD związanych z procesem uspójniania obu baz danych istnieje ryzyko pojawienia się trudności w procesie produkcji. Nie jest na obecnym etapie możliwe jednoznaczne oszacowanie konsekwencji wprowadzenia proponowanych zmian bez przeprowadzenia testów praktycznych.

Jedną z największych niewiadomych jest wpływ proponowanych zmian na pracochłonność wykonania mapy topograficznej 1:50 000.

Zmianą niosącą największe ryzyko jest zmiana sposoby reprezentacji sieci drogowej. Wprowadzenie dwóch jezdni wymusi dodatkową pracę redakcyjną lub konieczność modyfikacji zasad redakcji kartograficznej mapy 1:50 000 w standardzie NATO.

Nie w pełni da się również oszacować koszty zmian technologii opracowania bazy VMap L2. Czynnikiem łagodzącym to ryzyko jest fakt, iż dla potrzeb aktualizacji VMap i tak następuje zmiana technologii pozyskiwania z dotychczasowej, realizowanej w środowisku MGE Intergraph na nową technologię opartą o środowisko programowe GeoMedia.

Z pewnym ryzykiem wiąże się też pozostawienie w obecnej postaci (nie zmienionej) innych klas obiektów poza siecią drogową, hydrograficzną i zabudową, ponieważ oznaczać to będzie większy koszt integracji baz danych.

Przyjąć można jednak, iż definicje i atrybuty pozostałych obiektów w obydwu produktach nie odbiegają od siebie na tyle, żeby nie można było ich ze sobą skorelować.

4.9. Wykorzystanie istniejących baz danych do tworzenia VMap L2

Poza przedstawionymi powyżej zmianami pozwalającymi na łatwiejszą niż dotychczas możliwość wymiany danych VMap i TBD podjęta została ocena możliwości wykorzystania w procesie aktualizacji VMap istniejących, bądź tworzonych niezależnie, innych baz danych.

Zasilanie istniejącymi danymi TBD bazy VMap L2 jest jak najbardziej możliwe. Wymaga oczywiście generalizacji tych danych. Nie można jednak oczekiwać, aby z TBD mogła bezpośrednio powstawać na danym obszarze pełna wersja VMap L2. Zakres treści, szczególnie w zakresie atrybutów, jest bowiem w przypadku niektórych klas obiektów VMap bogatszy niż w TBD. Można uznać, że dane z TBD mogą być świetnym materiałem aktualizacyjnym dla VMap, ale przede wszystkim w zakresie geometrii obiektów oraz wybranych i podstawowych atrybutów klasyfikacyjnych (rodzaj obiektu).

Jedną z najistotniejszych warstw jaką poddano analizie jest warstwa zabudowy. Wprowadzając zmiany w definicji obszarów zabudowanych zarówno dla TBD, jak i VMap brano pod uwagę możliwość ich zautomatyzowanego generowania na podstawie informacji o budynkach. Należy brać pod uwagę nie tylko możliwość generowania obszarów zabudowy z klasy „Budynki” w TBD, ale przede wszystkim z powstających w skali całego kraju na podstawie opracowań wielkoskalowych. W przeciągu najbliż-

szych kilku lat dostępna będzie bowiem baza danych budynków dla obszaru całego kraju.

Dlatego też poniżej przedstawiono wyniki analiz teoretycznych i praktycznych w zakresie sposobu generalizacji warstwy budynków pozyskanych z opracowań wielkoskalowych lub z TBD do warstwy „Tereny zabudowy" w VMap. Podstawą do eksperymentów była analiza sposobu przedstawiania tych obszarów w VMap i TBD.

Przeprowadzona analiza wykazała dość znaczne rozbieżności w określeniu zasięgu obiektów klasy „teren zabudowany" w obu opracowaniach. W przypadku Bazy Danych Topograficznych zabudowa jest wydzielana jako element pokrycia terenu, a w VMap L2 jako niezależna klasa obiektów. Niejednoznaczności samego sposobu wydzielania tych terenów wynikają głównie z faktu, że pojęcie *obszaru zabudowanego* jest abstrakcyjne (nie występuje jako byt namacalny), brak więc wyraźnych granic w terenie, na podstawie których można określić przebieg granicy.

Zaobserwowane różnice występują nie tylko pomiędzy opracowaniem bazy VMap L2 i TBD, co jest całkowicie zrozumiałe, ponieważ wynika z faktu odmiennej skali szczegółowości przyjętej dla poszczególnych baz, ale w ramach opracowania tych samych baz danych na różnych obszarach (rys. 7).

Rys. 7. Implementacja algorytmu generalizacji pochodzi z pracy (A. Iwaniak, 2005)[10]
Fig. 7. Implementation of the generalisation algorithm originates from (A. Iwaniak, 2005)

[10] A. Iwaniak, 2005, *Generalization of the Topographic Database with DynaGen and GeoMedia*, GeoSpatial Word, San Francisco, 2005

Z powyższego powodu autorzy proponują przyjąć rozwiązanie polegające na automatyzacji określenia przebiegu granicy obszaru zabudowanego, bazując na nowej definicji podanej w poprzednich rozdziałach. Określenie przebiegu granicy polega na wykonaniu kontekstowej generalizacji następujących klas obiektów: budynków, dróg, obszarów pokrycia terenu (komunikacja, wody, lasy) i posesji („parceli").

5. USPÓJNIENIE METADANYCH BAZ TBD I VMAP L2 *(DARIUSZ GOTLIB, ADAM IWANIAK, TOMASZ WILCZYŃSKI)*

5.1. Wprowadzenie

Metadane są uznawane obecnie za kluczowy element w budowie systemów informacji geograficznej. Jako funkcje metadanych wymienia się najczęściej:

- Ułatwienie organizacji i zarządzania zbiorami danych,
- Ułatwienie wyszukiwania, rozpoznania i ponownego wykorzystania danych,
- Ułatwienie lokalizowania, uzyskiwania dostępu, oceniania, nabywania i wykorzystywania danych geograficznych,
- Umożliwienie użytkownikom ustalenia, czy dane geograficzne znajdujące się w zbiorze będą dla nich przydatne,
- Ułatwienie korzystania z nagromadzonych zasobów zgodnie z aktualnymi potrzebami,
- Stworzenie możliwości korzystania z nich w przyszłości, gdy będą stanowiły materiały historyczne,
- Umożliwienie lepszego planowania przedsięwzięć dotyczących pozyskiwania i aktualizacji danych,
- Rozszerzenie kręgu użytkowników danych przestrzennych,
- Umożliwienie realizacji istotnych usług w ramach infrastruktury danych przestrzennych.

5.2. Rodzaje metadanych

W budowie infrastruktury danych przestrzennych (ang. *spatial data infrastructure – SDI*) metadane zajmują szczególne miejsce. Rola serwisów metadanych w architekturze SDI jest analogiczna do roli, jaką pełnią wyszukiwarki (np. Google) w sieci Internet. Już dziś w Internecie funkcjonują tysiące serwerów udostępniających dane przestrzenne z całego świata. Znaczenie tych serwisów dla szerszego kręgu użytkowników byłoby znacznie ograniczone bez sprawnego systemu wyszukiwania, bazującego na metadanych.

Zgodnie z definicją zaproponowaną przez organizację GSDI (*Global Spatial Data Infrastructure*) (J. Gaździcki 2003, D. Nebert, 2004) wyróżniamy trzy rodzaje metadanych:

Metadane wyszukania – służą do wybierania zbiorów, które mogą być przedmiotem zainteresowania użytkownika o określonych wymaganiach i obejmują:

- Nazwę i opis zbioru danych,
- Podstawowe przeznaczenie i zakres stosowania danych,
- Datę pozyskania danych i ich aktualizacji,

- Producenta, dostawcę i głównych użytkowników danych,
- Obszar, do którego dane się odnoszą (współrzędne),
- Nazwy geograficzne lub jednostki podziału administracyjnego,
- Strukturę zbiorów i sposób dostępu do danych.

Metadane rozpoznania – zawierają bardziej szczegółowe informacje o zbiorze i umożliwiają:

- Ocenę jakości danych,
- Określenie przydatności zbioru danych pod względem wymagań użytkowników,
- Nawiązanie kontaktu z dysponentem danych celem uzyskania dalszych informacji, w szczególności informacji na temat warunków korzystania z danych.

Metadane stosowania – określają te właściwości zbioru, które są potrzebne do:

- Odczytania danych oraz ich transferu,
- Interpretacji danych i praktycznego korzystania z nich w aplikacji użytkownika.

Obecnie w Internecie najczęściej wykorzystywane jest połączenie metadanych wyszukania i rozpoznania. Jak pokazuje praktyka, najbardziej pożądaną informacją jest numer telefonu do osoby kontaktowej, która może udzielić nam wyczerpujących informacji o znalezionym zbiorze danych. Dzieje się tak dlatego, że wciąż aktualność i kompletność metadanych nie jest dostateczna.

Metadane mogą odnosić się zarówno do całego projektu GIS, arkusza mapy, zdjęcia lotniczego, jak również do klasy obiektów w danym zbiorze lub nawet konkretnej instancji obiektu. Większość istniejących serwisów metadanych umożliwia wyszukiwanie danych przestrzennych o określonej tematyce w obszarze wyznaczonym przez długość i szerokość geograficzną narożników prostokąta określającego interesującą nas lokalizację. Możliwe jest także wyszukiwanie według np. nazwy kraju, regionu lub miasta, np. „wyszukaj zbiory zawierające dane katastralne w Polsce”.

5.3. Standardy metadanych

Stosowanie standardów przy budowie serwisów metadanych WWW jest zalecane przez organizację GSDI. Z jednej strony dostarczają one wytwórcom danych gotowego schematu, w jaki należy opisać dane, z drugiej zaś użytkownicy metadanych mają możliwość łatwej oceny i porównania wyszukanych danych. Dodatkowo stosowanie standardów pozwala na budowę złożonych serwisów WWW, umożliwiając przeszukiwanie wielu baz metadanych na podstawie raz sformułowanego zapytania.

Obecnie do zapisu metadanych najczęściej stosuje się normy:

- ISO 19115 i 19139 Międzynarodowej Organizacji Normalizacyjnej,
- Normę Federalnego Komitetu Danych Geograficznych Stanów Zjednoczonych – FGDC (*Federal Geographic Data Comittee*).

5.3.1. Norma ISO 19115

Norma ISO 19115 została opracowana przez Komitet Techniczny TC211 i przyjęta w 2001 roku jako tzw. DIS (ang. *Draft International Standard*).

Ma ona zastosowanie do opisu i katalogowania:

- serii zbiorów danych,
- zbiorów danych,
- indywidualnych obiektów,
- właściwości obiektów.

oraz definiuje:

- obligatoryjne i warunkowe sekcje metadanych, encje metadanych i elementy metadanych,
- podstawowy zbiór metadanych wymagany do zapewnienia pełnego zakresu zastosowań metadanych (wyszukiwania, rozpoznania, stosowania i transferu danych),
- fakultatywne elementy metadanych – umożliwiające szczegółowy normatywny opis danych geograficznych, jeśli taki jest wymagany,
- metodę rozbudowy metadanych w celu zaspokojenia specyficznych potrzeb.

Norma ISO 19115 jest normą ogólną i nie opisuje zasad implementacji metadanych. Opis implementacji zawarty jest w normie ISO 19139, która standaryzuje wyrażenia normy ISO 19115 w języku XML. Język XML jest od wielu lat używany do przesyłania danych w sieci Internet. Istnieje szereg programów (w tym również darmowych) pozwalających na wykonanie kontroli syntaktycznej plików XML, to jest sprawdzenie, czy analizowany plik danych jest zgodny ze standardem XML i wcześniej zdefiniowanym schematem danych. Stosunkowo prosty jest również rozbiór syntaktyczny plików XML, pozwalający na uzyskanie słów kluczowych, które w przypadku metadanych mogą stanowić kryteria wyszukiwania danych.

Międzynarodowa Organizacja Normalizacyjna działa na zasadach komercyjnych. Za dostęp do norm trzeba płacić, co sprawia że w Polsce są one dostępne tylko dla wąskiego grona specjalistów. W konsekwencji normy serii ISO 19100 są mało znane, używane wybiórczo lub wręcz pozornie. Do szerszego wykorzystania norm ISO może przyczynić się udostępnienie darmowej, polskojęzycznej aplikacji CatMDEdit, umożliwiającej kodowanie i zapis metadanych zgodnie z normami serii 19100: 19115 i 19139: *http://catmdedit.sourceforge.net/*).

Norma FDGC została opracowana w 1984 roku i zmodyfikowana w 1998. Jest powszechnie stosowana w USA, Ameryce Łacińskiej, Kanadzie, Wielkiej Brytanii i Republice Południowej Afryki. Jej pełny opis wraz z przykładami można znaleźć na stronie *www.fgdc.gov*. Obecnie trwają prace nad harmonizacją standardów FDGC i ISO 19115.

5.4. Polski standard metadanych

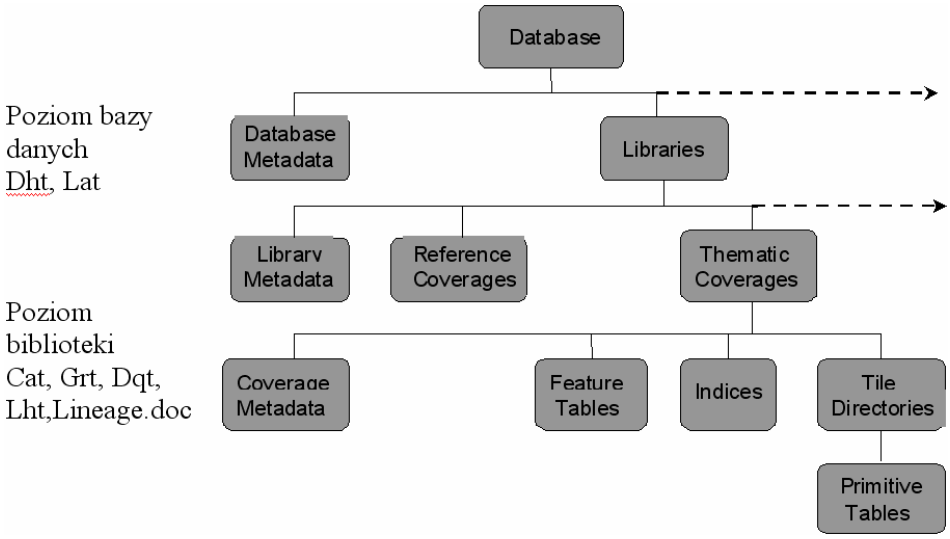
Rozporządzenie Ministra Rozwoju Regionalnego i Budownictwa z dnia 12 lipca 2001 r. w sprawie szczegółowych zasad i trybu założenia i prowadzenia krajowego systemu informacji o terenie określa, że dla obszaru kraju (województw i powiatów) zakłada się i prowadzi: „… bazę metadanych, obejmujących istniejące bazy danych i

systemy, w odniesieniu do systemów informacji przestrzennej już funkcjonujących i danych o terenie tworzonych na obszarze kraju, zawierającą informacje dotyczące: nazwy systemu, administratora, zakresu tematycznego danych, dostępnego formatu danych, stanu aktualności, formy dostępu i statusu prawnego systemu".

Powyższy zapis trudno nazwać standardem, niemniej nakłada on na organy administracji geodezyjnej obowiązek prowadzenia baz metadanych oraz określa ich zakres.

5.5. Metadane pozyskiwane w ramach opracowania bazy VMap L2

Produktem finalnym cyklu technologicznego VMap L2 są pliki zapisywane w formacie VPF (rys. 8). VPF w swojej strukturze zawiera tabele metadanych, czyli informacje o danych. Tak więc sama struktura danych VPF narzuca rodzaj i format metadanych. Metainformacja znajduje się w oddzielnych tabelach na różnych poziomach bazy VPF, z czego najbardziej interesujący jest poziom bazy danych (*database level*) oraz poziom biblioteki (*library level*).



Rys. 8. Struktura bazy danych VPF wraz z nazwami tabel metadanych na każdym poziomie (źródło: Instrukcja operatorska VMap poziomu drugiego, Zarząd Geografii Wojskowej)

Fig. 8. The VPF database structure including names of metadata tables for each level

5.5.1. Poziom bazy danych

Plik bazy VPF2PL zintegrowany jest z towarzyszącymi mu plikami metadanych:

VPF2PL	database directory file	– nazwa bazy,
LAT	library attribute table	– tabela opisowa biblioteki,
DHT	database header tables	– tabela nagłówkowa bazy danych.

Tabela opisowa biblioteki (LAT)

Tabela LAT zawiera informację o zasięgu przestrzennym każdej z bibliotek zawartych w bazie. Format tabeli przedstawiony jest poniżej:

```
{Header length}L;
Library Attribute (Extent) Table;–;
ID=I,1,P,Row Identifier,–,–,–,:
LIBRARY_NAME=T,8,N,Library name,–,–,–,:
XMIN=F,1,N,Westernmost longitude,–,–,–,:
YMIN=F,1,N,Southernmost latitude,–,–,–,:
XMAX=F,1,N,Easternmost longitude,–,–,–,:
YMAX=F,1,N,Northernmost latitude,–,–,–,:;
```

Tabela nagłówkowa bazy danych (DHT) zawiera informację o całej bazie danych. Format tabeli przedstawiony jest poniżej:

```
{Header length}L;
Database Header Table;–;
ID=I,1,P,Row Identifier,–,–,–,:
VPF_VERSION=T,10,N,VPF version number,–,–,–,:
DATABASE_NAME=T,8,N,Directory name of this database,–,–,–,:
DATABASE_DESC=T,100,N,Description of this database,–,–,–,:
MEDIA_STANDARD=T,20,N,Media Standard,–,–,–,:
ORIGINATOR=T,50,N,Producer of this database,–,–,–,:
ADDRESSEE=T,100,N,Address of the producer,–,–,–,:
MEDIA_VOLUMES=T,1,N,Number of Volumes in this database,–,–,–,:
SEQ_NUMBERS=T,1,N,The Sequential Number(s) in this database,–,–,–,:
NUM_DATA_SETS=T,1,N,Number of Libraries,–,–,–,:
SECURITY_CLASS=T,1,N,Security Classification,–,–,–,:
DOWNGRADING=T,3,N,Downgrading,–,–,–,:
DOWNGRADE_DATE=D,1,N,Date,–,–,–,:
RELEASABILITY=T,20,N,Releasability restrictions of data,–,–,–,:
TRANSMITTAL_ID=T,1,N,Unique Transmittal Identifier,–,–,–,:
EDITION_NUMBER=T,10,N,Edition Number of this database,–,–,–,:
EDITION_DATE=D,1,N,Date of edition,–,–,–,:;
```

5.5.2. Poziom biblioteki

Każda biblioteka w bazie jest reprezentowana jako oddzielny katalog i zawiera następujące tabele metadanych:

DOLSLASK	(directory file)	– nazwa biblioteki
CAT	(coverage attribute table)	– tabela kategorii tematycznych
DQT	(data quality table)	– tabela jakości danych
GRT	(geographic reference table)	– tabela określająca układ danych
LHT	(library header table)	– tabela nagłówkowa biblioteki
LINEAGE.DOC	(an optional documentation table)	– tabela opisowa danych

Tabela kategorii tematycznych (CAT)

Tabela CAT występuje w każdej z bibliotek zawartej w bazie VPF. Format tabeli przedstawiony jest poniżej:

```
{Header length}L;
Coverage Attribute (Description) Table;–;
ID=I,1,P,Row Identifier,–,–,–,:
COVERAGE_NAME1=T,8,N,Coverage name,–,–,–,:
DESCRIPTION=T,24,N,Coverage description,–,–,–,:
LEVEL2=S,1,N,Topology level,–,–,–,:;
```

Tabela nagłówkowa biblioteki (LHT) zawiera informację opisującą daną bibliotekę. Format tabeli przedstawiony jest poniżej:

```
{Header length}L;
Library Header Table;–;
ID=I,1,P,Row Identifier,–,–,–,:
PRODUCT_TYPE=T,12,N,Product Type,–,–,–,:
LIBRARY_NAME=T,12,N,Name,–,–,–,:
DESCRIPTION=T,100,N,Description of the library,–,–,–,:
DATA_STRUCT_CODE=T,1,N,Data Structure Code,–,–,–,:
SCALE=I,1,N,Scale of the library,–,–,–,:
SOURCE_SERIES=T,15,N,Series,–,–,–,:
SOURCE_ID=T,30,N,Identifier of the source reference,–,–,–,:
SOURCE_EDITION=T,20,N,Edition number of the source,–,–,–,:
SOURCE_NAME=T,100,N,Name of library source,–,–,–,:
SOURCE_DATE=D,1,N,Source Date,–,–,–,:
SECURITY_CLASS=T,1,N,Security Classification,–,–,–,:
DOWNGRADING=T,3,N,Downgrading,–,–,–,:
DOWNGRADING_DATE=D,1,N,Date,–,–,–,:
RELEASABILITY=T,20,N,Releasability,–,–,–,:;
```

Tabela określająca układ i odwzorowanie danych biblioteki (GRT) zawiera informację na temat odwzorowania, układu współrzędnych, itd. danych zawartych w bibliotece. Format tabeli przedstawiony jest poniżej:

```
{Header length}L;
Geographic Reference Table;–;
ID=I,1,P,Row Identifier,–,–,–,:
DATA_TYPE=T,3,N,Data Type,–,–,–,:
UNITS=T,3,N,Units of Measure Code for Library,–,–,–,:
ELLIPSOID_NAME=T,15,N,Ellipsoid,–,–,–,:
ELLIPSOID_DETAIL=T,50,N,Ellipsoid Details,–,–,–,:
```

```
VERT_DATUM_NAME=T,15,N,Datum Vertical Reference,–,–,–,:
VERT_DATUM_CODE=T,3,N,Vertical Datum Code,–,–,–,:
SOUND_DATUM_NAME=T,15,N,Sounding Datum,–,–,–,:
SOUND_DATUM_CODE=T,3,N,Sounding Datum Code,–,–,–,:
GEO_DATUM_NAME=T,15,N,Datum Geodetic Name,–,–,–,:
GEO_DATUM_CODE=T,3,N,Datum Geodetic Code,–,–,–,:
PROJECTION_NAME=T,20,N,Projection Name,–,–,–,:;
```

Tabela jakości danych biblioteki (DQT) zawiera informację o kompletności danych, użytej technologii, dokładności danych, aktualności danych, czyli informacje pozwalające na zorientowanie się co do jakości danych zawartych w bibliotece. Format tabeli przedstawiony jest poniżej:

```
{Header length}L;
Library Data Quality Table;LINEAGE.DOC;
ID=I,1,P,Row Identifier,–,–,–,:
VPF_LEVEL=T,8,N,VPF Level,–,–,–,:
VPF_LEVEL_NAME1=T,8,N,Name of VPF Level,–,–,–,:
FEATURE_COMPLETE=T,*,N,Feature Completeness Percent,–,–,–,:
ATTRIB_COMPLETE=T,*,N,Attribute Completeness Percent,–,–,–,:
LOGICAL_CONSIST=T,*,N,Logical Consistency,–,–,–,:
EDITION_NUM=T,8,N,Edition Number,–,–,–,:
CREATION_DATE=D,1,N,Creation Date,–,–,–,:
REVISION_DATE=D,1,N,Revision Date,–,–,–,:
SPEC_NAME2=T,*,N,Product Specification Name,–,–,–,:
SPEC_DATE=D,1,N,Product Specification Date,–,–,–,:
EARLIEST_SOURCE=D,1,N,Date of Earliest Source,–,–,–,:
LATEST_SOURCE=D,1,N,Date of Latest Source,–,–,–,:
COLLECTION_SPEC=T,*,N,Collection Specification Name,–,–,–,:
ABS_HORIZ_ACC=T,*,N,Absolute Horizontal Accuracy of VPF Level,–,–,–,:
ABS_HORIZ_UNITS=T,20,N,Unit of Measure for Absolute Horizontal Accuracy,–,–,–
,:
ABS_VERT_ACC=T,*,N,Absolute Vertical Accuracy of VPF Level,–,–,–,:
ABS_VERT_UNITS=T,20,N,Unit of Measure for Absolute Vertical Accuracy,–,–,–,:
REL_HORIZ_ACC=T,*,N,Point to Point Horizontal Accuracy of VPF Level,–,–,–,:
REL_HORIZ_UNITS=T,20,N,Unit of Measure for Point to Point Horizontal Accu-
racy,–,–,–,:
REL_VERT_ACC=T,*,N,Point to Point Vertical Accuracy of VPF Level,–,–,–,:
REL_VERT_UNITS=T,20,N,Unit of Measure for Point to Point Vertical Accuracy,–,–,–
,:
COMMENTS=T,*,N,Miscellaneous Comments,–,–,–,:;
```

Tabela opisowa danych (LINEAGE.DOC) zawiera dodatkowe informacje dotyczące danych zawartych w bibliotece. Informacje te mogą dotyczyć sposobu wprowadzania niektórych danych ich dokładności oraz innych ważnych dla potencjalnych użytkowników.

Tabela ta nie zawiera opisu procesu produkcyjnego. Format tabeli przedstawiony jest poniżej:

```
{Header length}L;
Lineage Documentation Table;–;
ID=I,1,P,Feature table primary key,–,–,–,:
TEXT=T,80,N,Text information,–,–,–,:;
```

5.6. Metadane pozyskiwane w ramach opracowania bazy TBD

Według Wytycznych Technicznych „Baza Danych Topograficznych" metadane rozumiane są jako dane o obiektach lub zbiorach danych tworzących zasób TBD, gromadzone w celu poprawnej identyfikacji zbiorów oraz prawidłowej oceny przydatności danych z punktu widzenia użytkownika.

Zbiory metadanych przekazywane są wraz z danymi na kilku poziomach i w różnych formach:

1) Metadane dotyczące całej wykonanej przez wykonawcę pracy – w postaci dokumentów opisowych wynikających z instrukcji dokumentowania prac geodezyjnych i kartograficznych,
2) Metadane dotyczące pojedynczych zbiorów danych – w postaci plików tekstowych o zdefiniowanej wytycznymi strukturze (w tym wykaz plików tworzących zbiór), oraz w postaci plików wektorowych definiujących zasięg przestrzenny zbioru,
3) Metadane dotyczące pojedynczych plików z danymi, w postaci dodatkowych plików tekstowych (NMT, ortofotomapa) oraz w ramach sekcji metadanych plików GML zgodnie ze schematem aplikacyjnym „TBDGML",
4) Metadane związane z poszczególnymi obiektami bazy danych – w postaci odpowiednich atrybutów specjalnych obiektów (wektorowa baza danych topograficznych).

Poniżej przedstawiony został zakres informacyjny metadanych wymienionych powyżej w punktach 1–3:.

1. Identyfikacja zbioru danych:
   a) identyfikator zbioru,
   b) nazwa zbioru,
   c) nazwy alternatywne,
   d) układ współrzędnych,
   e) zasięg przestrzenny – wskazanie na plik z wektorowym zapisem zasięgu przestrzennego zbioru,
   f) sposób organizacji danych przestrzennych (dane wektorowe, zbiór rastrowy, numeryczny model terenu itd.),
   g) format danych,
   h) fizyczne położenie i nazwy pliku(ów) przekazywanych do zasobu w ramach zbioru danych na odpowiednim nośniku (wskazanie na plik z wykazem plików i identyfikatorów nośników).

2. Elementy jakości zbioru danych:
   a) charakterystyka materiałów źródłowych,
   b) technologia wykonania,
   c) parametry technologiczne,
   d) ogólna dokładność położenia obiektów,
   e) ogólna kompletność zbioru.
3. Stan aktualności
4. Inne dane
   a) identyfikator wykonawcy,
   b) nazwa wykonawcy,
   c) identyfikator odbiorcy,
   d) nazwa odbiorcy.

Implementacja metadanych w TBD realizowana jest na kilka sposobów i na kilku poziomach dla każdego powstającego zbioru danych tworzone są pliki tekstowe o standaryzowanej treści opisujące cały zbiór. Poniżej przedstawiona została przykładowa zawartość takiego pliku dla danych komponentu TOPO.

[1a_IdZbioru]
4567–2003_2_TBDTOPO
[1b_NazwaZbioru]
TBD. Wektorowa baza danych topograficznych obiekt „Testowy”
[1c_NazwyAlternatywne]
[1d_UkladWsp]
PUWG 1992;
Kronsztad
[1e_Zasieg]
4567–2003_2_TBDTOPO__zasiegzbioru.dxf
[1f_RodzajDanych]
Dane wektorowe
[1g_Format]
GML 2.12 – schemat TBDGML 1.0.
[1h_WykazPlikow]
4567–2003_2_TBDTOPO__wykazplikow.txt
[1i_WykazPowstalychMateriałow]
Pliki GML zapisane na płycie CD-ROM;
Wykaz pozyskanych i wykorzystanych punktów osnowy geodezyjnej
[1j_ZasadyOpracowania]
Opracowanie wykonano zgodne z Wytycznymi Technicznymi TBD wersja 1.0 oraz zmianami wprowadzonymi pismem nr ..... z dnia .....
Zakres informacyjny w zakresie atrybutów fakultatywnych wynika z Warunków Technicznych do SWIZ z dnia .....
[2a_MaterialyZrodlowe]
Podstawowym materiałem źródłowym były ortofotomapy wykonane na podstawie zdjęć lotniczych z roku 2002–2003. Interpretację wykonano w oparciu o wtórniki mapy topograficznej 1:10 000 z roku 1989 oraz w oparciu o wywiad terenowy

przeprowadzony w maju 2003. Informacje o budynkach dla obszaru miasta Testowe Pole pozyskane zostały z numerycznej mapy zasadniczej miasta Testowe Pole.
[2b_Technologia]
Dane opracowano przy pomocy aplikacji TBD_GIS_POL w środowisku oprogramowania GIS_POL 9.0
[2c_ParametryTechnologiczne]
Parametry technologiczne zgodne z „Wytycznymi technicznymi TBD" wer. 1
[2d_Dokladnosc]
Średni błąd położenia obiektów: 5m
[2e_Kompletnosc]
Zbiór kompletny, zgodnie z „Wytycznymi opracowania TBD" wer. 1
Zbiór zawiera następujące informacje wymienione w Wytycznych jako fakultatywne: punkty adresowe, obręby, wysokości budynków.
[2f_WynikiKontroliWewnetrznej]
Na podstawie kontroli wewnętrznej stwierdzono średni błąd położenia obiektów mniejszy od 5m.
[2g_DokladnoscPionowa]
Średni błąd położenia obiektów w pionie: 1m
[3a_AktualnoscMin]
28–09–2003
[3b_DataWykonania]
28–03–2004
[3c_AktualnoscMax]
28–03–2004
[4a_IdWykonawcy]
WK4321
[4b_NazwaWykonawcy]
[GeoTBD S.A.]
[4c_IdOdbiorcy]
1
[4d_NazwaOdbiorcy]
Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej

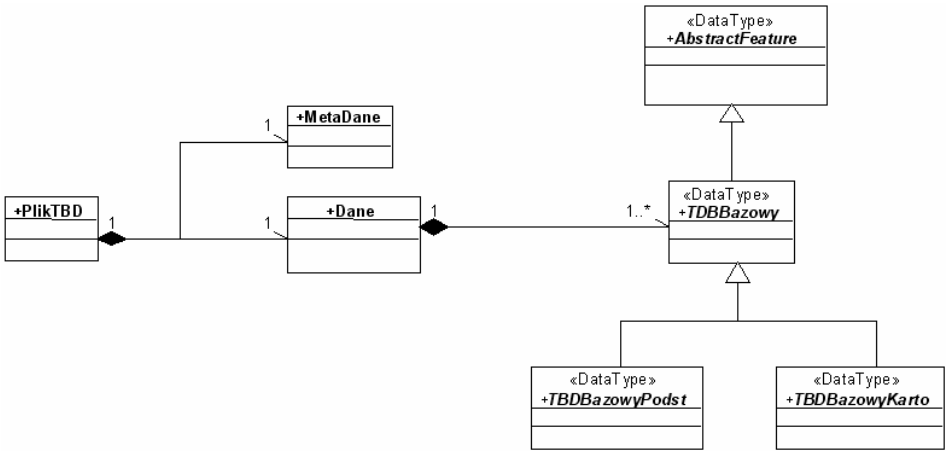
Dla każdego pliku z danymi metadane zapisane są także wewnątrz pliku GML i dotyczą poszczególnych klas obiektów w ramach poszczególnych zbiorów danych, co ilustruje poniższy przykład zaczerpnięty z Wytycznych TBD. Pierwsza część zawiera definicję metadanych w ramach schematu aplikacyjnego, a dalsza przykładowy plik wypełnionymi wartościami metadanych.

```
<complexType name=„Typ_Metadane”>
    <sequence>
      <element type =„string” name =„TR”>
        <!-- nr identyfikacyjny jednostki tworzącej plik --></element>
      <element type =„string” name =„TN”><!-- nazwa jednostki tworzącej plik --></element>
      <element type =„string” name =„TA”><!-- adres jednostki tworzącej plik --></element>
      <element type =„string” name =„TO”><!-- imię i nazwisko wykonawcy --></element>
      <element type =„string” name =„ZN”><!-- nazwa systemu - źródła danych --></element>
      <element type =„string” name =„ZR”>
        <!-- nr identyfikacyjny systemu - źródła danych --></element>
      <element type =„string” name =„ZD”>
```

```
      <!-- nazwa zbioru danych - reprezentowanego obiektu --></element>
    <element type =„string” name =„OR”>
      <!-- nr identyfikacyjny jednostki przeznaczenia --></element>
    <element type =„string” name =„ON”><!-- nazwa jednostki przeznaczenia --></element>
    <element type =„string” name =„OA”><!-- adres jednostki przeznaczenia --></element>
    <element type =„string” name =„OO”><!-- imię i nazwisko odbiorcy --></element>
    <element type =„date” name =„DN”><!-- Data utworzenia pliku --></element>
    <element type =„string” name =„UX”><!-- nazwa układu współrzędnych --></element>
    <element type =„string” name =„OS”><!-- nazwa / numer strefy odwzorowania --></element>
    <element type =„string” name =„NX”><!-- nazwa pierwszej współrzędnej --></element>
    <element type =„string” name =„NY”><!-- nazwa drugiej współrzędnej --></element>
    <element type =„string” name =„NZ”><!-- nazwa trzeciej współrzędnej --></element>
    <element type =„string” name =„UH”><!-- system wysokości --></element>
    <element type =„string” name =„HZ”><!-- poziom odniesienia --></element>
  </sequence>
 </complexType>
<Plik_TBD xmlns=„http://www.ppwk.pl/TBD” xmlns:gml=„http://www.opengis.net/gml”
xmlns:xlink=„http://www.w3.org/1999/xlink” xmlns:xsi=„http://www.w3.org/2001/XMLSchema-instance”
xsi:schemaLocation=„http://www.ppwk.pl/TBD TBD.xsd”>
 <Metadane>
  <TR>WK12345</TR>
  <TN>GeoTBD S.A.</TN>
  <ZR>4567-2003_2_TBDTOPO</ZR>
  <OR>1</OR>
  <ON>Centralny Ośrodek Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej</ON>
  <DN>2003-03-05</DN>
  <UX>1992</UX>
  <NX>X</NX>
  <NY>Y</NY>
  <NZ>Z</NZ>
  <UH>System wysokości normalnych</UH>
  <HZ>Kronsztad</HZ>
 </Metadane>
```

Dla każdego obiektu wektorowej bazy danych (TOPO) przypisano również atrybuty specjalne mające charakter metadanych.

W tym celu zdefiniowano w ramach schematu aplikacyjnego GML typ *BazowyTBD_PODST* zawierający atrybuty specjalne, wspólne dla każdego typu obiektów (rys. 9).



Rys. 9. Diagram UML dla schematu aplikacyjnego TBDGML – Bazy Danych Topograficznych
Fig. 9. The UML diagram for the TBDGML application schema – Topographical Database

Poniższy przykład przedstawia definicję atrybutów specjalnych przypisanych do każdej klasy obiektów.

```
<complexType name=„Typ_BazowyTBD_PODST” abstract=„true”>
  <complexContent>
    <extension base=„tbd:Typ_BazowyTBD”>
      <sequence>
      <element name=„X_KOD_TBD” type=„string” />
      <element name=„X_KOD_VMAP” type=„double” minOccurs=„0” />
      <element name=„X_AKTUALNOSC_G” type=„date” />
      <element name=„X_AKTUALNOSC_A” type=„date” />
      <element name=„X_KAT_DOKL_GEOM” type=„double” />
      <element name=„X_DOKL_GEOM” type=„double” minOccurs=„0” />
      <element name=„X_ZRODLO_DANYCH_G” type=„string” />
      <element name=„X_ZRODLO_DANYCH_A” type=„string” />
      <element name=„X_KAT_ISTNIENIA” type=„double” />
      <element name=„X_RODZAJ_REPR_GEOM” type=„double” />
      <element name=„X_UWAGI” type=„string” minOccurs=„0” />
      <element name=„X_UZYTKOWNIK” type=„string” />
      <element name=„X_DATA_UTWORZENIA” type=„date” />
      <element name=„X_DATA_MODYFIKACJI” type=„date” />
      <element name=„X_ID_SKR_KARTO” type=„double” minOccurs=„0” />
      <element name=„X_ID_KOD_KARTO” type=„string” minOccurs=„0” />
      </sequence>
    </extension>
  </complexContent>
</complexType>
```

Rodzaj informacji zapisywanych w ramach poszczególnych atrybutów specjalnych przedstawiono poniżej:

Nazwa atrybutu	Opis atrybutu, przykładowe wartości
X_KOD_TBD	Kod klasyfikacyjny TBD
X_KOD_VMAP	Kod klasyfikacyjny w standardzie VMAP
X_AKTUALNOSC_G	Stan aktualności geometrii obiektu
X_AKTUALNOSC_A	Stan aktualności atrybutów obiektu
X_KAT_DOKL_GEOM	Kategoria dokładności geometrycznej
X_DOKL_GEOM	Średni błąd położenia obiektu w m
X_ZRODLO_DANYCH_G	Źródło danych geometrycznych
X_ZRODLO_DANYCH_A	Źródło danych atrybutowych
X_KAT_ISTNIENIA	Status, stan obiektu
X_RODZAJ_REPR_GEOM	Rodzaj reprezentacji geometrycznej
X_UWAGI	Informacje dotyczące wprowadzania danych
X_UZYTKOWNIK	Identyfikator użytkownika wprowadzającego / modyfikującego obiekt
X_DATA_UTWORZENIA	Data utworzenia obiektu
X_DATA_MODYFIKACJI	Data modyfikacji obiektu
X_ID_SKR_KARTO	Odniesienie do wykazów skrótów mapy topograficznej 1:10 000
X_ID_KOD_KARTO	Kod znaku kartograficznego zgodny z wykazem kodów mapy topograficznej w standardzie TBD

5.7. Różnice zawartości metadanych pomiędzy TBD i VMap L2

Poniższa tabela stanowi zestawienie najważniejszych różnic w zakresie sposobu zapisu metadanych w bazach TBD i Map.

Tabela 5
Table 5

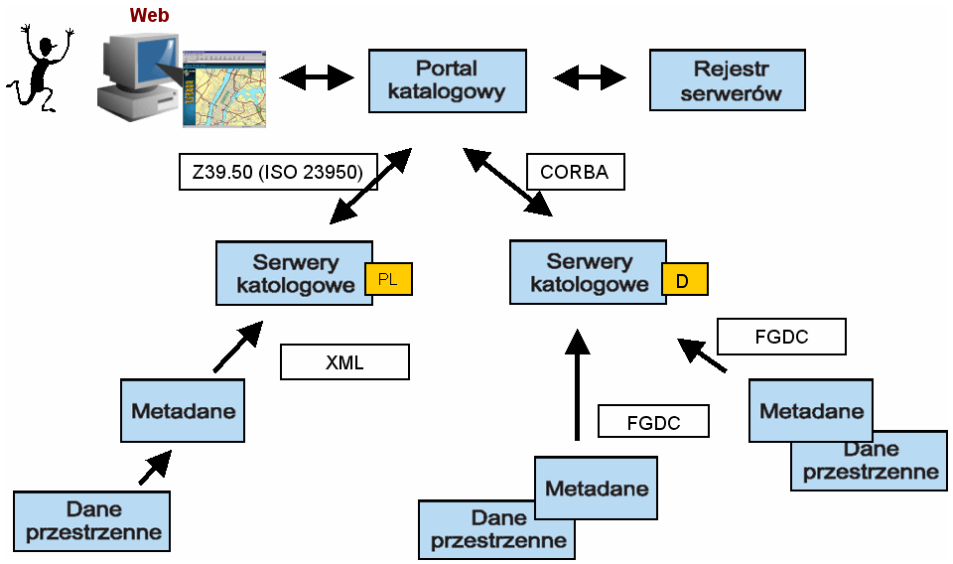
Porównanie metadanych dla TBD i VMap L2
Comparison of metadata schemas for TBD and VMap

Lp.	Główne różnice	TBD – jeden plik XML	VPF – szereg tabel na każdym poziomie bazy
1	Zasięg opracowania	<Zasięg>Odnośnik do pliku dxf	Tabela bazy LAT
2	Informacja o kompletności obiektów	<Kompletność>	DQT (feature_complete)
3	Informacja o kompletności atrybutów		DQT (attrib_complete)
4	Aktualność danych	<Aktualność> Jedna data dla całego opracowania	DQT (earliest_source, latest_source) Dwie daty oznaczające aktualność najstarszą i najnowszą danych użytych przy opracowaniu.
5	Dokładność danych	<Dokładność> Podaje się średni błąd położenia obiektów	DQT (abs_horix_acc, abs_vert_acc) Podaje się dokładność poziomą i pionową położenia obiektów.
6	Jednostki w jakich jest zapisane położenie obiektów	–	DQT (abs_horiz_units, abs_vert_units) Podaje się jednostki dla położenia pionowego i poziomego.
7	Informacja o poprawności topologicznej danych	–	DQT (logical_consist)
8	Dostępność danych	–	DHT, LHT (releasaility)
9	Wykonawca	<Wykonawca>	–
10	Odbiorca danych lepiej zmienić na Zarządcą danych	<NazwaOdbiorcy>	DHT (originator)
11	Wykaz plików na nośniku	<Wykaz plikow>	–

5.8. Metadane w globalnej infrastrukturze danych przestrzennych

Międzynarodowa organizacja GSDI opracowała, pod redakcją D. Nerberta (2004), kompendium dobrych zasad i praktyk budowy globalnej infrastruktury danych przestrzennych (J. Gaździcki 2003).

Zgodnie z zaleceniami GSDI serwisy metadanych mają ściśle określoną architekturę. Kluczowym jej elementem są *serwery katalogowe*. Są to serwery, które wczytują pliki z metadanymi przygotowanymi w jednolity i uporządkowany sposób, np. zgodny ze standardami ISO lub FDGC (rys. 10).



Rys. 10. Schemat funkcjonowania serwisów metadanych zgodnie z koncepcją GSDI
Fig. 10. The functioning diagram of metadata services according to the GSDI concept

Serwery katalogowe po wczytaniu zbiorów metadanych są rejestrowane do *rejestru serwerów*. Internauta pragnący wyszukać interesujący go zestaw danych przestrzennych łączy się z *portalem katalogowym*. Portal posiada zaimplementowany interfejs użytkownika pozwalający na zadanie pytania, tj. określenie kryterium, jakie mają spełnić wyszukiwane dane. *Portal katalogowy* pobiera listę *serwerów katalogowych* z *rejestru serwerów*. Następnie dokonuje translacji pytania zgodnie ze specyfikacją protokołu Z39.50[11]. *Serwer katalogowy* (pełni również rolę serwera Z39.50, a *portal katalogowy* jest jego klientem) odbiera pytanie, sprawdza które ze zbiorów metadanych spełniają zadane kryteria i odsyła odpowiedź zgodnie z protokołem Z39.50 do *portalu katalogowego* (Internauty). Ponieważ *rejestr serwerów* zawiera listę *serwerów katalogowych,* to raz zadane pytanie jest wysyłane do wszystkich serwerów na liście. Jeżeli do opisu

[11] Oprócz protokółu Z39.50 możliwa jest komunikacja za pomocą CORBY lub protokołu http zgodnie ze specyfikacją *Catalog Services–Web*

metadanych wykorzystano określony standard np. ISO 19115, to uzyskane odpowiedzi są ze sobą łatwo porównywalne.

Niektóre implementacje *serwerów katalogowych* w procesie wyszukiwania potrafią rozszerzyć przeszukiwanie o słowa bliskoznaczne lub wręcz zamienić wersje językowe, np. przeszukiwać polskie zbiory metadanych na podstawie pytania zadanego w języku angielskim.

Po odnalezieniu właściwego serwera udostępniającego poszukiwane dane Internauta korzystając np. z protokołu WMS (Web Map Services) może je przeglądać w postaci map rastrowych lub skomponować własną mapę tematyczną[12].

Należy tu wyraźnie rozróżnić dwa protokoły Z39.50 i WMS. Pierwszy pozwala na wymianę pytań i odpowiedzi o metadanych, drugi służy do przesyłania map rastrowych (czyli danych wyszukanych na podstawie zapytań do baz metadanych).

5.9. Implementacja baz metadanych w strukturze administracji geodezyjnej w Polsce

Opracowanie metadanych w strukturze administracji geodezyjnej w Polsce realizowane jest na poziomie centralnym i wojewódzkim przez niektóre jednostki administracji geodezyjnej i kartograficznej, w niejednolity i niezestandaryzowany sposób. Dla przykładu portal internetowy GIS Mazowsza (*www.gismazowsza.com.pl*) pozwala na uzyskanie metadanych dotyczących zbiorów znajdujących się w Biurze Geodety Województwa Mazowieckiego w Warszawie. Metadane obejmują: informacje ogólne, zasięg danych, parametry danych, aktualność, dostępność, właściciela, zarządzającego, zleceniodawcę, wykonawcę, osobę kontaktową oraz metadane o metadanych.

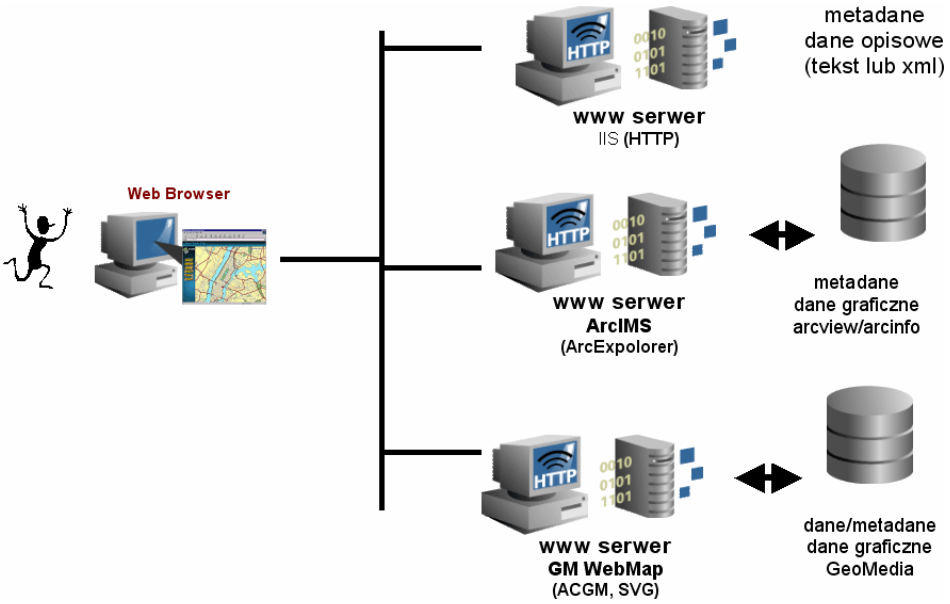
Portal internetowy, opracowany w ramach realizacji projektu Bazy Danych Ogólnogeograficznych (*http://217.153.152.212/metadane/*), zawiera bardzo zbliżony zakres metadanych. Autorzy (firma GRID) podkreślają, że zostały one opracowane zgodnie z normą Dublin Core[13] a strona WWW dostarcza funkcjonalność umożliwiającą skopiowanie metadanych zapisanych w formacie XML. Portal posiada również możliwość wykonania prostego wyszukania metadanych poprzez określenie wartości poszczególnych atrybutów, takich jak tematyka, format danych czy ich aktualność.

Serwisy internetowe dla baz danych tematycznych SOZO i HYDRO opracowywanych na zlecenie GUGiK (*http://217.153.152.212/temap/temindex.html/*) posiadają dodatkową funkcję pozwalającą na wyszukanie metadanych spełniających określone kryteria przestrzenne. W tym celu wykorzystują aplikację ArcIMS firmy ESRI. Podobną funkcjonalność posiada portal internetowy Opolskiego SIP (*http://www.osip.opole.pl/osip/*), ale wykorzystuje on aplikację GeoMedia WebMap firmy Intergraph. Warto zauważyć, że główną funkcją serwisu jest udostępnianie danych przestrzennych. Ze zbiorem metadanych związany jest obiekt geometryczny, który odpowiada zasięgowi występowania danych i traktowany jest jak inne obiekty prze-

[12] Działanie tego mechanizmu można sprawdzić na stornie *www.wmsviewer.com*

[13] Norma Dublin Core ma ogólny charakter. Często wykorzystywana jest do dokumentowania zbiorów bibliotecznych, archiwalnych i muzealniczych.

strzenne w systemie. Na rysunku 11 przedstawiono architekturę systemów metadanych tworzących krajową infrastrukturę danych przestrzennych.



Rys. 11. Architektura systemów metadanych tworzących krajową infrastrukturę danych przestrzennych
Fig. 11. Architecture of metadata systems, which create the National Spatial Data Infrastructure

Do zalet przyjętego podejścia można zaliczyć:

- Prostotę i szybkość budowy wynikającą z wykorzystania komercyjnego oprogramowania dla dystrybucji danych przestrzennych w Internecie,
- Brak wymogu stosowania standardów,
- Prostotę i intuicyjność obsługi serwisów metadanych,

Do wad natomiast:

- Ograniczony zakres zastosowania (tylko metadane wyszukiwania),
- Brak możliwości zadania tego samego pytania do różnych baz metadanych,
- Konieczność samodzielnego znalezienia serwisów metadanych i opanowania umiejętności zadawania pytań indywidualnie dla każdego serwisu,
- Brak spójności w bazach metadanych (np. poziom wojewódzki i centralny).

5.10. Rola i miejsce metadanych TBD i VMap L2 w projekcie systemu metadanych dla Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego

Metadane gromadzone są zarówno dla potrzeb bazy TBD, jak i bazy VMap L2. Podstawowym celem ich gromadzenia jest nie tyle zamiar udostępniania danych w globalnej sieci Internet (w serwerach katalogowych), lecz konieczność sprawnego zarządzania danymi.

Standardem metadanych, który będzie obowiązywał w Polsce (w związku z jej wstąpieniem do UE i realizacją projektu INSPIRE), jest standard ISO 19115 oraz ISO 19139 zawierający jego szczegółową implementację w języku XML.

Niestety, oba standardy są dość nowe[14]. Brak jest wiedzy i przykładów, jak je poprawnie stosować. W związku z realizacją projektu INSPIRE podjęto decyzję, że dla całej UE zostanie opracowany tzw. profil europejski dla ISO 19115 określający zakres minimalnych wymagań dla metadanych (ang. *core data*).

Z powyższego powodu jest dzisiaj dość trudne i czasochłonne opracowanie w trybie pilnym jednolitej wersji metadanych dla VMP2 drugiej edycji i TBD zgodnie z ISO19115. Przewiduje się, że będzie to możliwe w nieodległej przyszłości.

Do tego czasu proponuje się opracowanie uniwersalnego zbioru metadanych w języku XML, który w pełni zaspokaja potrzeby użytkowników zarówno TBD, jak i VMap L2 w zakresie zarządzania zasobem danych oraz jest wystarczający do opracowania metadanych na poziomie rozpoznania. Zakres informacyjny takiego zbioru zawiera załącznik. Zakres ten nie zawiera wszystkich atrybutów zdefiniowanych w ISO 19115. Są to jednak atrybuty, które zmieniają lub mogą zmieniać swoją wartość dla kolejnych opracowań.

Pozostałe wartości są stałe i mogą zostać opracowane jednokrotnie dla TBD i VMap L2.

Jak już wspomniano, jedną z istotnych wad funkcjonujących w Polsce rozwiązań w zakresie gromadzenia i udostępniania metadanych jest fakt, iż nie tworzą one jednego wspólnego systemu. Niekompletne zestawy udostępnianych metadanych charakteryzują się brakiem spójności na poziomie województw i poziomie centralnym. Wyszukanie dostępnych materiałów kartograficznych na granicy dwóch województw wymaga, w najlepszym wypadku, odnalezienia właściwych serwisów i zadanie dwóch niezależnych pytań do dwóch różnych systemów.

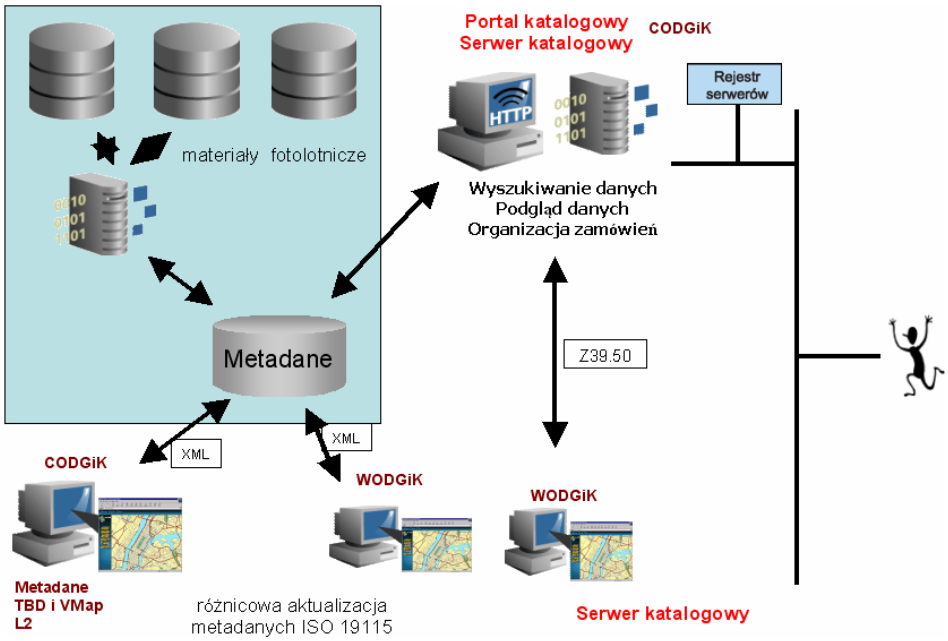
Rozwiązaniem powyższego problemu jest opracowanie nowoczesnego systemu metadanych dla całego Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego (A. Iwaniak, 2005) rysunek 12.

Celem projektu jest utworzenie systemu udostępniającego informację w sieci Internet o materiałach kartograficznych i danych GIS, znajdujących się w zasobie centralnym i zasobach wojewódzkich. Zadania systemu to:

- Wyszukiwanie i udostępnianie informacji n/t materiałów kartograficznych i fotogrametrycznych spełniających określone kryteria atrybutowe (opisowe) i/lub przestrzenne dla obszaru całego kraju,

[14] ISO 19115 został opracowany w wersji *draft* około roku 2001, ale zaakceptowany dopiero w 2005, natomiast 19139 nie jest jeszcze obowiązującym standardem.

- Wspomaganie realizacji zamówień składanych za pomocą systemu,
- Aktualizacja informacji w centralnej bazie metadanych poprzez Wojewódzkie Ośrodki Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (WODGiK).



Rys. 12. Schemat działania systemu metadanych dla PZGiK (jeden z możliwych wariantów) (A. Iwaniak, 2005)
Fig. 12. The operating diagram of the metadata system for the District (Powiat) Surveying and Cartographic Resources (PZGiK) (one of the possible's variants)(A. Iwaniak, 2005)

Podstawowym założeniem systemu jest to, aby każdy z WODGiK partycypujących w projekcie miał dostęp do bazy danych na temat swojego zasobu, jak również zasobów innych jednostek poprzez sieć Internet. Zakłada się, że wszystkie informacje będą gromadzone w centralnej bazie danych, znajdującej się w Centralnym Ośrodku Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej (CODGiK). Każda z jednostek partycypujących będzie mogła korzystać z centralnej bazy jak i miała obowiązek ją aktualizować. Niemniej każdy WODGiK będzie posiadał kopię wycinka bazy dotyczącą jej zasobu wraz z niezbędnymi aplikacjami. Rozwiązanie takie pozwoli na sprawne wyszukiwanie metadanych, niezależnie od ograniczeń w infrastrukturze teleinformatycznej (zbyt wąskie łącza, przerwy w łączności) oraz będzie pomocne w zarządzaniu zasobem w danym ośrodku.

W proponowanym modelu metadane pochodzące z TBD i VMap L2 zasilają centralny serwer katalogowy zlokalizowany na poziomie centralnym. Jednak możliwe jest również, aby metadane były wprowadzane na poziomie województwa.

6. USPÓJNIENIE NUMERYCZNEGO MODELU TERENU (*DARIUSZ GOTLIB, ROBERT JAROSZUK, MARIUSZ MORAŃDA, ROBERT OLSZEWSKI, MICHAŁ STANKIEWICZ*)

6.1. Wprowadzenie

W kontekście prowadzonych prac nad harmonizacją baz VMap i TBD, poza uspójnieniem modelu pojęciowego baz danych, istotnym zadaniem jest ustalenie zasad opracowania numerycznego modelu rzeźby terenu zaspokajającego potrzeby obu służb geodezyjno-kartograficznych: cywilnej i wojskowej.

Obecnie modele wysokościowe tworzone są całkowicie niezależnie w ramach opracowania baz TBD i VMap. Dodatkowo w skali całego kraju dostępne są inne modele rzeźby terenu:

- modele DTED poziomu pierwszego i drugiego, opracowane niezależnie od baz VMap przez wojskową służbę geodezyjno-kartograficzną,
- modele powstające w ramach prac projektu LPIS (*Land Parcel Information Systems*),
- modele powstające w ramach systemu osłony powodziowej SMOK,
- modele opracowane w ramach międzynarodowej misji promu kosmicznego Endeavour – SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*).

Informacja wysokościowa jest także przetwarzana i aktualizowana (w ramach opracowania różnych map) w postaci rysunku warstwicowego m.in.: mapy 1:10 000 w standardzie TBD, mapy topograficznej 1:50 000 tworzonej wspólnie przez służbę cywilną i wojskową. Rysunek warstwicowy jest wykorzystywany z kolei w wielu opracowaniach tematycznych. Informacja wysokościowa udostępniana i wykorzystywana jest w różnych formach, formatach i postaciach. Aktualnie nie są natomiast dostępne procedury i standardy wymiany danych wysokościowych między różnymi systemami.

Analiza zgromadzonych w państwowym cywilnym i wojskowym zasobie danych o rzeźbie terenu skłania więc do podjęcia próby powiązania wysiłków różnych służb w celu opracowania spójnego, aktualnego i wysokiej jakości modelu terenu dla obszaru całego kraju, który może być szeroko wykorzystywany przez różnych użytkowników do różnych celów.

Aby ocenić możliwość wspólnej budowy spójnego NMT w skali kraju, należy dokonać analizy istniejących modeli, a także ocenić potrzeby obu służb, rozważając potencjalne zastosowania tych modeli. Wstępnie można wydzielić dwie grupy zastosowań cyfrowych danych wysokościowych:

- zastosowania analityczne realizowane w systemach GIS (analizy przestrzenne z wykorzystaniem NMT),
- zastosowania kartograficzne związane z opracowaniem map (rysunku rzeźby terenu).

Jeżeli chodzi o konkretne wykorzystanie NMT, to należy mieć na uwadze przede wszystkim zastosowania w zarządzaniu kryzysowym, planowaniu przestrzennym, analizach propagacji fal radiowych, ochronie środowiska, wspomaganiu operacji militarnych i symulacjach działań wojennych.

6.2. Podstawowe pojęcia związane z NMT

Numeryczny model terenu (NMT) jest numeryczną, dyskretną (punktową) reprezentacją wysokości topograficznej powierzchni terenu, wraz z algorytmem interpolacyjnym umożliwiającym odtworzenie jej kształtu w określonym obszarze (Z. Kurczyński, R. Preuss, 2000). Tak zdefiniowany model zawiera informacje o relacjach topologicznych łączących poszczególne punkty w terenie. Zdefiniowanie topologii następuje w wyniku zastosowania algorytmów interpolacyjnych, odtwarzających ukształtowanie modelowanej powierzchni. Zwykle NMT jest reprezentowany przez punkty, rozłożone regularnie lub nieregularnie na powierzchni terenu i uzupełnione dodatkowo punktami opisującymi morfologiczne formy terenu. Algorytm interpolacyjny, który jest nieodłączną składową NMT, pozwala na określenie wartości wysokości dla dowolnego punktu o położeniu określonym przez jego współrzędne płaskie.

Przy opracowaniu NMT należy uwzględnić:

- przebieg i strukturę linii szkieletowych
- linie nieciągłości (skarpy, urwiska)
- granice wyłączeń obszarów poziomych (zbiorniki wodne)
- granice wyłączeń obszarów o jednolitym spadku
- lokalne ekstrema

Współcześnie dane do opracowania NMT pochodzą z czterech źródeł:

- pomiarów terenowych
- zdjęć lotniczych i ich opracowań fotogrametrycznych
- map topograficznych
- skaningu laserowego lub radarowego

NMT, jak każdy model, charakteryzuje się określonym stopniem aproksymacji modelowanej powierzchni terenu. O stopniu aproksymacji (wierności odtworzenia) NMT w najistotniejszym stopniu decydują dwa czynniki (D. Kładoczny, W. Żyszkowska, 1995): struktura modelu i zastosowane metody aproksymacji. Struktura modelu jest tworzona w dwóch etapach:

- podczas próbkowania modelowanej powierzchni,
- podczas budowy relacji topologicznych modelu

W systemach komputerowych tworzone są najczęściej dwa podstawowe typy NMT: regularny w postaci prostokątnej siatki punktów – GRID i nieregularny w postaci siatki trójkątów – TIN. Model zapisany w formacie GRID może być zarazem interpretowany jako macierz wysokości, co znacząco ułatwia prowadzenie analiz przestrzennych. Model TIN powstaje w wyniku triangulacji spełniającej warunek Delaunay'a. Dobór punktów źródłowych do modelu TIN powinien być prowadzony zgodnie z zasadami próbkowania celowego, zapewniającego wybór punktów charakterystycznych, reprezentatywnych dla modelowanego obszaru.
Cechy poszczególnych rodzajów modelu:

Model trójkątowy – TIN *(Triangular Irregular Network)*
- dzieli powierzchnie na trójkątne elementy,
- wierzchołki trójkątów znajdują się w punktach pomiarowych,
- zachowuje relacje topologiczne pomiędzy formami rzeźby terenu,
- pozwala na uwzględnienie linii strukturalnych (grzbietowych i ciekowych),
- zmienna rozdzielczość, zależna od konfiguracji terenu,
- stosunkowo duża wielkość pliku danych potrzebnych do zapisu informacji.

Model pseudorastrowy – GRID
- model macierzowy o stałej rozdzielczości,
- prostota zapisu danych,
- zmienna dokładność zobrazowania terenu,
- każdy element macierzy przechowuje średnią wysokość pola elementarnego,
- jest podstawą do utworzenia modeli pochodnych – nachyleń i ekspozycji.

6.3. Analiza istniejących modeli rzeźby terenu

W Polsce w ciągu ostatnich lat powstało kilka opracowań gromadzących cyfrowe dane referencyjne: Baza Danych Ogólnogeograficznych, baza VMap poziomu drugiego oraz Baza Danych Topograficznych. Istotnym komponentem każdej z tych baz jest informacja wysokościowa zapisana w formie numerycznej – numeryczny model terenu lub rysunek poziomicowy:

- Baza Danych Ogólnogeograficznych zawiera uogólniony numeryczny model terenu zapisany w formacie pseudorastrowym GRID. Model ten został opracowany na podstawie danych wojskowych – NMT w standardzie DTED1 pozyskanych na drodze wektoryzacji analogowej mapy topograficznej w skali 1:200 000.
- W bazie danych VMap poziomu drugiego rzeźba terenu przedstawiana jest wyłącznie w postaci rysunku warstwic, skarp, nasypów i innych form terenowych, a pozyskiwana na drodze wektoryzacji wojskowej mapy topograficznej w skali 1:50 000.
- Na podstawie wektoryzacji tych samych diapozytywów wojskowych map topograficznych w skali 1:50 000, realizowanej jednak niezależnie od cyklu technologicznego VMap L2, został opracowany numeryczny model terenu w

standardzie DTED 2 wykorzystywany głównie w jednostkach topograficznych Wojska Polskiego.

- W Bazie Danych Topograficznych numeryczny model terenu opracowywany jest jako wydzielony komponent. Model ten powstaje na podstawie opracowań fotogrametrycznych lub na podstawie wektoryzacji map topograficznych w skali 1:10 000 (na obszarach zwartej pokrywy roślinnej).
- Od 2003 roku dla obszaru Polski dostępny jest także NMT opracowany w ramach interferometrycznej misji promu kosmicznego SRTM (Shuttle Radar Topography Mission). Planowane jest opracowanie dwóch wersji: SRTM-1 o pełnej rozdzielczości, tj. $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 1$” i SRTM-3 o rozdzielczości liniowo trzykrotnie mniejszej, czyli o module $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 3$”.
- W ramach opracowania bazy danych Systemu Identyfikacji Działek Rolnych (LPIS) z wykorzystaniem archiwalnych zdjęć lotniczych w skali 1:26 000 opracowywany jest dla obszaru całego kraju dokładny numeryczny model terenu o parametrach jakościowych nieco mniejszych od modelu NMT tworzonego w ramach Bazy Danych Topograficznych.

6.3.1. Archiwalne materiały kartograficzne

Jednym z często wykorzystywanych zarówno w przeszłości, jak również obecnie źródeł danych dotyczących rzeźby terenu są mapy topograficzne oraz materiały źródłowe, będące z kolei podstawą ich opracowania (np. wyniki topograficznych pomiarów stolikowych). Aby móc ocenić ich przydatność do tworzenia numerycznego modelu rzeźby terenu, należy przeanalizować wnikliwie historię powstawania tych danych i przetwarzania w kolejnych cyklach aktualizacyjnych.

Aktualność mapy topograficznej odnosi się przede wszystkim do ilościowego stosunku elementów treści przedstawionych na mapie do istniejących w terenie, jest więc przede wszystkim funkcją czasu. Zrozumiałe jest także, że czas i zachodzące w nim zmiany w terenie wymuszają kolejne procesy aktualizacyjne. Biorąc pod uwagę „życiorysy” map topograficznych w skalach 1:10 000 i 1:50 000, obejmujące okres ostatniego półwiecza, można stwierdzić, że mapy te przeszły 3 duże cykle aktualizacji, a część arkuszy doczekała się 4 lub nawet 5 takich cyklów. Jednocześnie w wielu przypadkach towarzyszyła temu zmiana układu współrzędnych, a nawet sposobu podziału na arkusze.

Każdorazowo mapy topograficzne opracowywane są z dokładnością założoną w instrukcjach ich sporządzania i podlegają weryfikacji pod tym kątem. Jednakże każdy proces aktualizacji, często połączony ze zmianą układu i podziału arkuszowego, powoduje obniżenie uzyskanej w pierwszym wydaniu dokładności mapy, przy czym najmniejszy wpływ ma sama aktualizacja (gdy przeprowadzana jest na bazie przetworzonych zdjęć lotniczych lub ortofotomapy).

Zagadnienie dokładności aktualizowanych map topograficznych, w związku z pierwszym dużym cyklem ich aktualizacji w pierwszych latach 70. XX w., przedstawił m.in. Jan Lis w artykule zamieszczonym w Przeglądzie Kartograficznym nr 6/1973. Biorąc pod uwagę ówcześnie stosowane technologie zarówno sporządzania, jak i aktualizacji map autor określił m.in. dokładność użytkową map, zastrzegając, że są to wartości hipotetyczne.

I tak dokładność użytkową mapy topograficznej 1:10 000 oszacowano na ± 8,9 m, a mapy w skali 1:50 000 na ± 21,5 m. Biorąc pod uwagę kolejne cykle aktualizacji tych map, z dużą dozą prawdopodobieństwa można oszacować dokładności użytkowe współczesnych map w skalach 1:10 000 i 1:50 000 na: ok.± 10 m i ±25 m. Dokładności te odnoszą się wprawdzie do średniego położenia szczegółów sytuacyjnych, mają jednak także wpływ na obniżenie dokładności wysokościowej prezentowanej rzeźby terenu.

W Instrukcji Technicznej 0–1/0–2 podaje się, że:

- błędy średnie położenia poziomego zobrazowania obiektów I grupy dokładności do najbliższych punktów geodezyjnych i linii siatki kilometrowej nie powinny przekraczać:
  - 0,5 mm na mapach terenów równinnych i falistych, oraz
  - 0,75 mm na mapach terenów górzystych i wysokogórskich;
  - błędy średnie położenia pozostałych obiektów nie mogą przekraczać 1 mm.

Instrukcja opracowania map topograficznych w skali 1:10 000 i 1:5 000 z 1962 r., zredagowana w oparciu o doświadczenia i wytyczne techniczne z lat 1957–1961, przyjmuje dla mapy 1:10 000 następujące cięcia zasadnicze warstwic:

- 1,25 m dla terenów równinnych i falistych (opracowanie metodą kombinowaną),
- 2,5 m dla terenów górzystych i 5 m dla terenów wysokogórskich (opracowanie metodami stereofotogrametrycznymi).

W Instrukcji tej obowiązywały następujące dokładności odtworzenia rzeźby terenu:

a) średnie błędy wysokości warstwic nie powinny przekraczać:
   - dla terenów równinnych (o nachyleniu do 2º) – ⅓ wielkości zasadniczego cięcia warstwicowego;
   - dla terenów pagórkowatych i falistych (z przewagą stoków o nachyleniu od 2º do 6º) – ⅔ wielkości zasadniczego cięcia warstwicowego;
   - dla terenów górzystych i wysokogórskich (z przewagą stoków o nachyleniu pow. 6º) – wielkości zasadniczego cięcia warstwicowego;
b) w terenach zwarto zalesionych, lecz dostępnych dla pomiaru bezpośredniego dopuszcza się błędy półtorakrotnie większe.

Powyższe wielkości dotyczące błędów wysokości warstwic zostały zachowane także dla mapy 1:50 000, co zostało potwierdzone zapisem w instrukcji technicznej K-2 (I wyd. 1978 r.). Natomiast przyjęte cięcie warstwicowe dla mapy 1:50 000 zależy od rodzaju terenu i wynosi:

- 2,5 m dla terenów równinnych,
- 5 m dla terenów falistych i pagórkowatych,
- 10 m dla terenów górzystych,
- 20 m dla terenów wysokogórskich,

przy czym warstwice zasadnicze (ciągłe) prowadzone są co 10 (20) m, pomocnicze (połówkowe) co 5 m i uzupełniające (ćwiartkowe) co 2,5 m.

Na współczesnych wojskowych mapach w standardzie NATO warstwice ciągłe przyjęto zgodnie z obowiązującym cięciem warstwicowym, jednocześnie mocno ograniczając występowanie warstwic połówkowych i eliminując warstwice ćwiartkowe.

Reasumując, można stwierdzić, że mapy topograficzne w skalach 1:10 000 i 1:50 000 zawierają cenny materiał o rzeźbie terenu, z pewnością jednak o różnym stopniu dokładności i nie zawsze aktualizowany w miejscach istotnych zmian.

Przydatność istniejących map analogowych dotyczy głównie:

- pozyskiwania informacji o liniach strukturalnych rzeźby, w tym liniach szkieletowych,
- tworzenia modelu wysokościowego terenu na obszarach lasów,
- weryfikacji tworzonego NMT na tych fragmentach rzeźby terenu, gdzie nie stwierdzono zmian, przy czym należy sięgnąć do materiałów pochodzących z pomiarów wysokościowych,
- wykorzystania w badaniu zmian, jakie zaszły w rzeźbie terenu w ostatnich dziesiątkach lat.

Obraz rzeźby na mapie 1:10 000 pochodzi z pomiarów bezpośrednich lub pośrednich, w większości realizowanych sprzed 40 i więcej laty. Pierwszy obraz rzeźby na mapie 1:50 000 pochodził z generalizacji nowo opracowanej w latach 1953–1959 mapy topograficznej w skali 1:25 000. W kolejnych cyklach aktualizacji mapy wojskowej miał być korygowany lub wręcz pozyskiwany drogą generalizacji z mapy 1:10 000. Prawdopodobnie nie zawsze przebiegało to zgodnie z tymi założeniami. Obraz rzeźby na mapie 1:50 000 w układzie „1965” został przejęty z mapy wojskowej z lat 70. Na mapie wersji cywilnej nowego typu (lata 90.) rzeźbę generalizowano z mapy 1:10 000 lub przejmowano z mapy w układzie współrzędnych „1965”.

Istniejący materiał kartograficzny nie może być więc traktowany jako zasadnicze źródło danych do utworzenia podstawowego w skali kraju modelu rzeźby terenu.

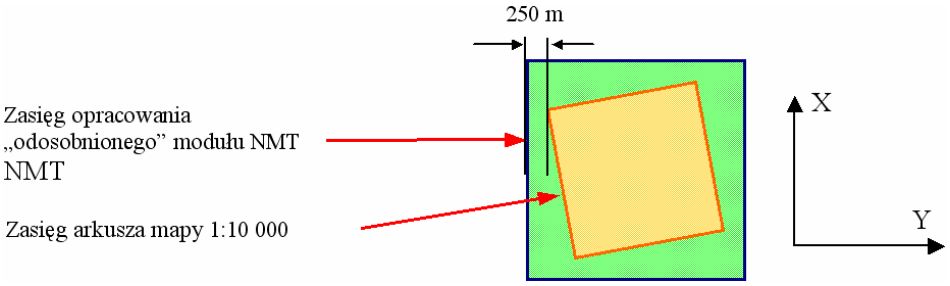
6.3.2. NMT w Bazie Danych Topograficznych

Zgodnie z obowiązującymi obecnie Wytycznymi Technicznymi „Baza Danych Topograficznych (TBD) – wersja 1” numeryczny model rzeźby terenu jest jednym z czterech podstawowych komponentów TBD oznaczanym jako NMT.

Zgodnie z przedstawioną w wytycznych definicją NMT jest numeryczną, dyskretną reprezentacją wysokości topograficznej powierzchni terenu tworzoną poprzez ciągi trzech współrzędnych x, y, h odpowiadających rozproszonym punktom terenowym, w układzie nieregularnym lub regularnym (np. siatka kwadratów). Elementem składowym NMT jest algorytm interpolacyjny umożliwiający odtworzenie kształtu powierzchni w określonym obszarze poprzez określenie (wyinterpolowanie) wysokości dla dowolnego punktu o położeniu określonym przez jego współrzędne x, y.

W opublikowanych w 2003 roku Wytycznych technicznych „Baza Danych Topograficznych (TBD) – wersja 1” przyjęto następujące założenia:

1) Podział NMT na tzw. moduły obszarowe odpowiadające zasięgiem poszczególnym arkuszom mapy topograficznej powiększonym o 250 m „margines”.



Źródło: Wytyczne techniczne „Baza Danych Topograficznych (TBD) – wersja 1"

2) Opracowanie i przekazywanie danych do zasobu TBD w trzech postaciach:
   a) Dane pomiarowe NMT
      Dane pomiarowe to źródłowe dane (punkty pomiaru wysokości terenu, linie nieciągłości itp.) tworzone w trakcie pomiarów na modelu stereoskopowym, które stają się podstawą generowania modelu rzeźby terenu.
   b) „Archiwalny" NMT
      Model terenu generowany z pliku pomiarowego. NMT – archiwalny ma strukturę „TIN" (nieregularna sieć trójkątów).
   c) „Użytkowy" NMT
      Model generowany z archiwalnego NMT zapisany w strukturze GRID.

Cechą charakterystyczną NMT opracowywanego w ramach TBD jest zdefiniowanie dość szerokiego zbioru metadanych dotyczących poszczególnych zbiorów NMT, jakie muszą zostać opracowane przy tworzeniu modelu, a następnie przekazane do zasobu TBD.

W 2004 roku Główny Urząd Geodezji i Kartografii, na podstawie doświadczeń z pierwszych wdrożeń TBD, wprowadził do Wytycznych TBD w zakresie modułu NMT m.in. następujące zmiany:

1. Zmianie ulega pojęcie modułu obszarowego NMT. Obecnie pod tym pojęciem należy rozumieć obszar objęty sekcją Mapy Topograficznej Polski w skali 1:10 000, układ „1992".
2. W związku ze zmianą „modułu obszarowego" dane pomiarowe NMT należy zapisywać w obszarach ograniczonych granicami sekcji mapy 1:10 000. Oznacza to w rezultacie, że tak utworzone moduły danych pomiarowych NMT będą się „stykały" (między sąsiednimi modułami nie wystąpią „zakładki"). Umożliwi to łatwiejszą integrację poszczególnych modułów w większe jednostki obszarowe.
3. Model użytkowy NMT (struktura GRID) należy zapisywać – podobnie jak dane pomiarowe – w obszarach ograniczonych granicami sekcji mapy 1:10 000. Oznacza to w rezultacie, że tak utworzone moduły danych użytkowych NMT będą się „stykały" (między sąsiednimi modułami nie wystąpią „zakładki").

4. Model archiwalny (struktura TIN) należy zapisywać w zasięgu modułów obszarowych definiowanych jak dotychczas (tj. MBR powiększony o margines 250 m). Oznacza to generowanie „zakładek obszarowych" na stykach sąsiednich modułów.

W roku 2006 planuje się dodatkowo zrezygnować z opracowywania (na etapie tworzenia NMT) modelu użytkowego i modelu archiwalnego (pozostaną tylko dane pomiarowe). Planuje się w związku z tym przekazywanie do zasobu TBD danych NMT zapisanych przy użyciu języka GML, podobnie jak pozostałych komponentach Bazy Danych Topograficznych. Rozważane jest także rozszerzenie struktury przekazywanych danych pomiarowych o dodatkowe atrybuty jednoznacznie identyfikujące rodzaj elementu źródłowego, sposób jego pozyskania oraz ułatwiające późniejszą prezentację kartograficzną.

Za istotne należy uznać także zapisywanie w bazie danych TBD elementów strukturalnych rzeźby terenu (np. linie drenażu czy linie grzbietowe) dla obszaru całego kraju. Na terenach odkrytych pozyskiwanie tych danych powinno odbywać się technikami fotogrametrycznymi, zaś na terenach leśnych na drodze interpretacji mapy topograficznej. Pozwoli to na opracowanie spójnej pojęciowo struktury numerycznego modelu terenu na obszarze całego kraju. Związanie atrybutów opisowych z poszczególnymi elementami strukturalnymi umożliwi opracowanie (na drodze selekcji) uogólnionej reprezentacji NMT na dowolnie zdefiniowanym poziomie szczegółowości.

6.3.3. NMT opracowywany przez Służbę Geograficzną Wojska Polskiego

W Siłach Zbrojnych RP zarówno polityka geograficzna, jak i aspekty praktyczne związane z zabezpieczeniem (wsparciem) geograficznym realizowane są przez Służbę Geograficzną Wojska Polskiego. Jednym z elementów systemu zabezpieczenia geograficznego jest wytwarzanie i utrzymywanie w aktualności cyfrowych produktów geograficznych, będących częściami składowymi systemów dowodzenia i uzbrojenia. Podstawowym komponentem, oprócz cyfrowych map wektorowych i rastrowych, są dane NMT, stosowane do opisu ciągłej powierzchniowo rzeźby terenu. Ponieważ model jest jedynie przybliżeniem rzeczywistości, to wybór odpowiedniego modelu i określenie jego parametrów zależy od wymagań żądanych do interpretacji tego zjawiska. Ze względu na prostotę obsługi Służba Geograficzna wytwarza tzw. modele macierzowe w formacie DTED (Digital Terrain Elevation Data) oraz GRID. Model macierzowy dobrze opisuje wszelkie zjawiska o charakterze powierzchniowym (np. powierzchnię terenu).

Wierność przedstawienia rzeczywistej powierzchni terenu za pomocą NMT zależy przede wszystkim od jakości materiału źródłowego oraz wielkości aproksymowanego fragmentu (oczka), dla którego została wyznaczona, w procesie agregacji danych, wysokość. W aspekcie wojskowym NMT jest szeroko stosowany w analizach rozprzestrzeniania się zjawisk fizycznych takich jak: rozchodzenie się fal radiowych (widoczność radiowa), fali powodziowej, fal dźwiękowych. Modele te stosowane są również do określania terenów (pól) zakrytych, analizy widoczności, tworzenia profili terenu, wyszukiwania punktów o największej i najmniejszej wysokości. NMT jest również źródłem pozyskiwania informacji o takich parametrach ukształtowania powierzchni terenu, jak wielkość i kierunek nachylenia terenu. W zastosowaniach kartograficznych

NMT wykorzystywany jest przede wszystkim do generowania warstwic oraz tworzenia tzw. modelu cieniowanego, będącego uzupełnieniem opracowań mapowych. NMT ma także zastosowanie w aplikacjach służących do wizualizacji terenu. W tym celu tworzony jest tzw. NMT z pokryciem terenu, zawierający między innymi informacje o wysokościach obiektów infrastruktury (np. budynki, mosty, itp.). Połączenie danych wysokościowych z danymi rastrowymi (zdjęcia lotnicze lub satelitarne) pozwala na tworzenie fotorealistycznych modeli terenu, które mają bardzo szerokie zastosowanie np. w działaniach rozpoznawczych (prowadzenie rekonesansu) lub specjalnych, a także podczas planowania.

6.3.4. Charakterystyka techniczna wojskowych numerycznych modeli terenu

Wszystkie cyfrowe produkty geograficzne stosowane w siłach zbrojnych WP, w tym numeryczne modele terenu, są klasyfikowane według tzw. rozdzielczości informacyjnej. Każdy z produktów numerycznych jest zaliczany do umownego poziomu:

- poziom 0 (DTED 0) odpowiada pod względem dokładności geometrycznej opracowaniom w skali 1:1 000 000;
- poziom 1 (DTED 1) odpowiada pod względem dokładności geometrycznej opracowaniom w skali 1:250 000;
- poziom 2 (DTED 2) odpowiada pod względem dokładności geometrycznej opracowaniom w skali 1:50 000;
- poziom 3 odpowiada pod względem dokładności geometrycznej opracowaniom w skali 1:25 000.

Poziom 0 i 1 dedykowany jest głównie dla szczebla operacyjnego, poziom 1 i 2 dla szczebla taktycznego, a poziom 3, odpowiadający modelom o podwyższonej rozdzielczości, przeznaczony jest dla misji specjalnych.

Numeryczny model terenu w formacie DTED Poziomu 1

NMT w formacie DTED 1 przedstawia dane wysokościowe dla regularnej siatki o rozmiarze boku 3” (sekundy łuku) odpowiadającym w terenie ok. 100 m (w kierunku pn. – płd.) i ok. 60 m (w kierunku zach. – wsch.). Dokładność i szczegółowość danych odpowiada w przybliżeniu dokładności mapy w skali 1:250 000.

System odniesień przestrzennych zastosowany w modelu DTED 1:

Układ współrzędnych – światowy system geodezyjny WGS-84

Poziom odniesienia – Kronsztadt (n.p.m.)

Dane wysokościowe zostały zebrane z map topograficznych w skali 1:200 000. Pierwsza edycja danych obejmująca terytorium Polski opracowana została w roku 1998.

Numeryczny model terenu w formacie DTED poziomu 2

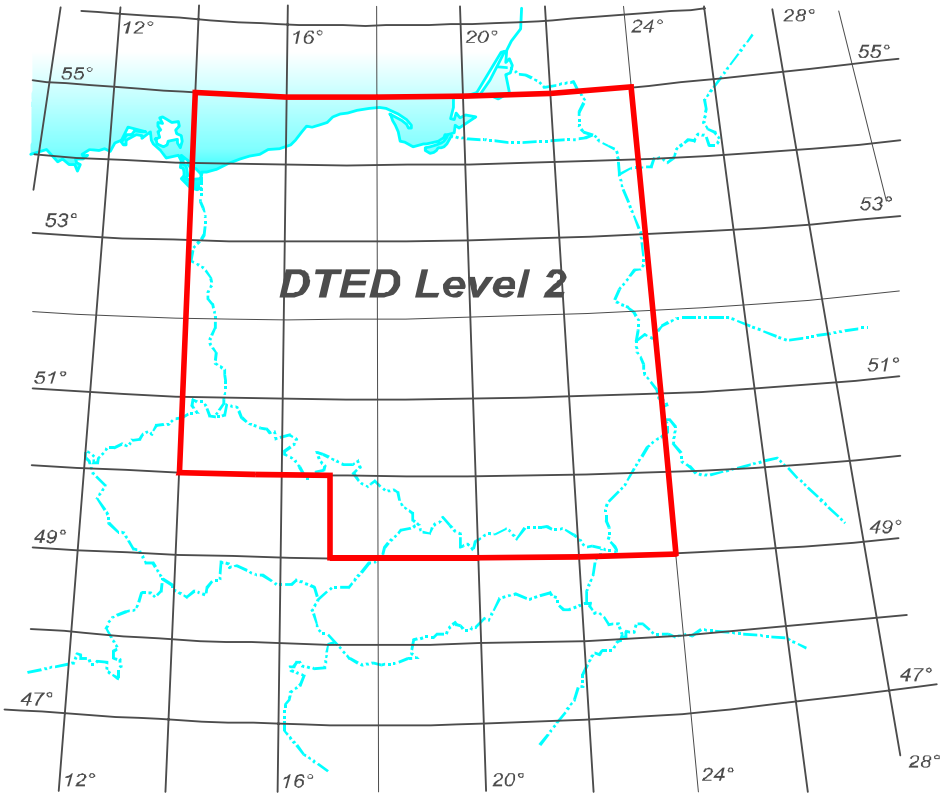
NMT w formacie DTED 2 przeznaczony jest do zasilania systemów wymagających szczegółowych danych wysokościowych. Rozdzielczość modelu odpowiada w terenie

ok. 30 m (1 sekunda łuku). Zawartość informacyjna, dokładność i szczegółowość danych odpowiadają w przybliżeniu cięciu warstwicowemu na mapie w skali 1:50 000. System odniesień przestrzennych zastosowany w modelu DTED 2:

Układ współrzędnych – światowy system geodezyjny WGS-84

Poziom odniesienia– Kronsztadt (n.p.m.)

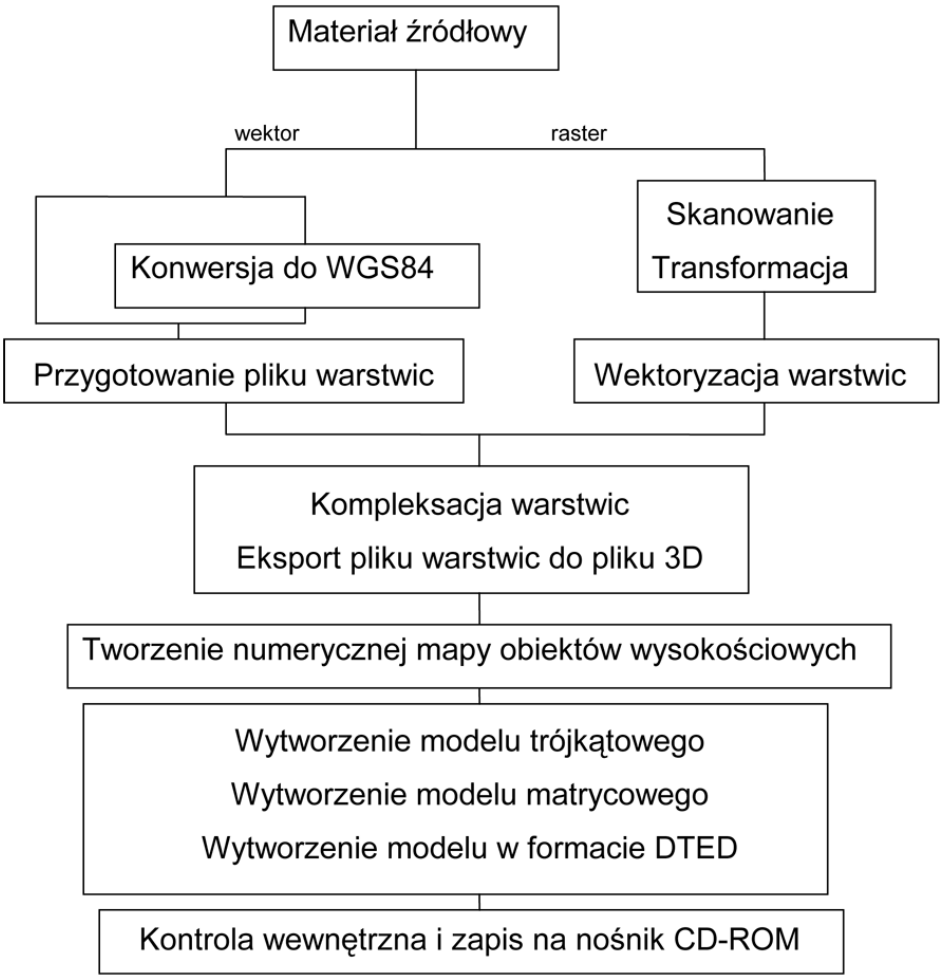
Zarząd Geografii Wojskowej opracował dane DTED 2 dla obszaru całej Polski. Jako materiał źródłowy wykorzystane zostały zeskanowane diapozytywy mapy topograficznej w skali 1:50 000 lub (dla wybranych obszarów) diapozytywy mapy topograficznej w skali 1:25 000 (rys. 13).



Rys. 13. Skorowidz zasięgu danych w formacie DTED poziomu 2
Fig. 13. The register of data ranges in the DTED Level 2 format

Podstawowym dokumentem normatywnym opracowania na obszar Polski NMT w formacie DTED 2 był dokument standaryzacyjny 3809 *Digital Terrain Elevation Data Exchange Format* oraz specyfikacja *MILITARY SPECIFICATION DIGITAL TERRAIN*

ELEVATION DATA (DTED) MIL-D-89020A. Proces technologiczny opracowania NMT przebiegał wg poniższych etapów (rys. 14).



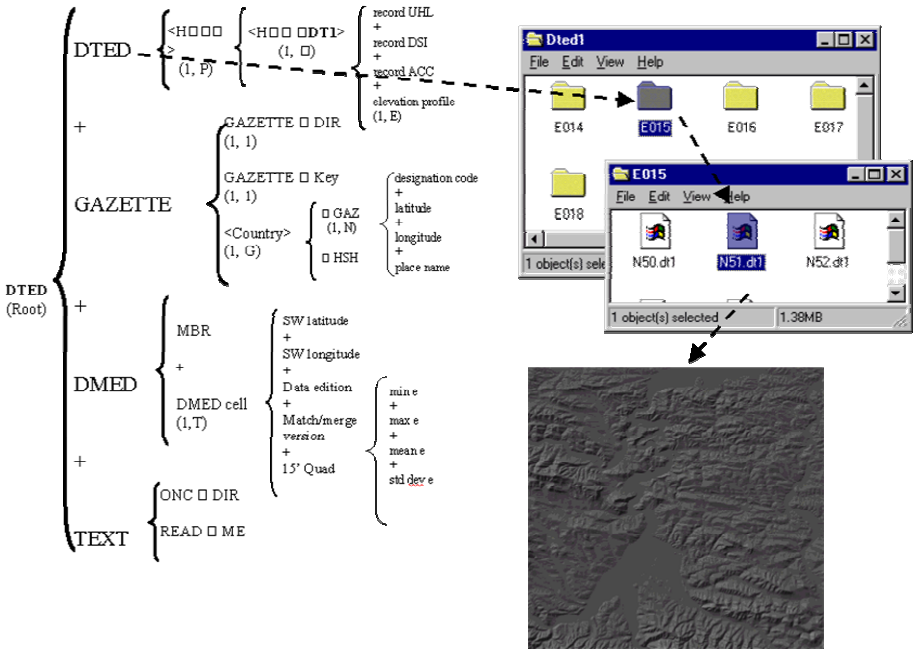
Rys. 14. Ogólny diagram procesu technologicznego opracowania NMT w formacie DTED Poziomu 2
Fig. 14. The general diagram of the technological process of a DTM generation in the DTED level 2 format

Opis formatu DTED

DTED jest formatem wymiany danych o wysokości terenu zapisanych w modelu matrycowym. Dane w tym formacie podzielone są przestrzennie na ramki, których rozmiar zależy od rozdzielczości modelu (rys. 15). Gęstość zapisu danych wynosi:

– dla obszarów położonych między 49° a 50° szerokości geograficznej N
  1 × 1 sekunda* (3601 rzędów i 3601 kolumn)
– dla obszarów położonych powyżej 50° szerokości geograficznej N
  1 × 2 sekundy* (3601 rzędów i 1801 kolumn)

* szerokość geograficzna × długość geograficzna; wartości podane w mierze kątowej.



Rys. 15. Struktura danych numerycznego modelu terenu w formacie DTED (Źródło: Informator o produktach geograficznych opracowanych w standardach NATO w Wojsku Polskim, Sztab Generalny WP, Zarząd Geografii Wojskowej, Warszawa 2001)
Fig. 15. The data structure of the DTM In the DTED format (Source: Information guide on geographic products developer according to NATO standards in the Polish Army, the General Headquarters of the Polish Army, Management of Military Geography, Warsaw 2001)

Na nośniku dystrybucyjnym dane DTED zapisane są zgodnie ze strukturą przedstawioną na rysunku 15. W jej skład wchodzą:

– Pliki matrycowe DTED zapisane w dedykowanej im strukturze folderów. Dla każdego pasa południkowego o szerokości jednej ramki założony jest oddzielny folder, którego nazwa przenosi długość geograficzną południka ograniczającego pas z lewej strony. W jego wnętrzu znajdują się pliki DTED o nazwie określającej szerokość geograficzną południowej krawędzi ramki.
– Plik danych o wysokości średniej DMED.
– Opcjonalnie pliki gazetera (Gazetteer).
– Informacyjne pliki tekstowe opisujące zawartość nośnika.

Dokładność modelu DTED

Dokładność modelu terenu zależy głównie od rodzaju i dokładności materiału źródłowego zastosowanego do jego wytworzenia. Zgodnie z porozumieniem Standaryzacyjnym STANAG 2215 – *Evaluation of Land Maps, Aeronautical Charts and Digital Topographic Data* teoretyczne wielkości błędów NMT nie powinny przekraczać:

Absolutna dokładność	DTED 1	DTED 2
Pozioma	± 50 m	± 30 m
Pionowa	± 30 m	± 20 m

Praktyczna dokładność modeli jest wyższa i jest określana eksperymentalnie w oparciu o dokładne dane wysokościowe (punkty niwelacyjne, punkty GPS itp.).

Dokładność modelu jest uzależniona od cięcia warstwicowego mapy źródłowej, które z kolei zależy od rodzaju terenu jaki obejmuje mapa:

- dla obszarów równinnych (dla mapy w skali 1:50 000 o cięciu warstwicowym – 5 m) wynosi:
  dokładność pozioma 16 metrów
  dokładność pionowa 2 metry
- dla obszarów pagórkowatych i falistych (dla mapy w skali 1:50 000 o cięciu warstwicowym – 10 m) wynosi:
  dokładność pozioma 16 metrów
  dokładność pionowa 4 metry
- dla obszarów górzystych i górskich (dla mapy w skali 1:50 000 o cięciu warstwicowym – 10 lub 20 m) wynosi:
  dokładność pozioma 16 metrów
  dokładność pionowa 7 metrów

6.3.4. Numeryczny model terenu opracowany w ramach misji SRTM

Numeryczny model terenu SRTM (*Shuttle Radar Topography Mission*) opracowany został dla znacznej części świata jako efekt 11-dniowej misji promu kosmicznego Endeavour poświęconej interferometrycznemu radarowemu skanowaniu powierzchni Ziemi, zrealizowanej w lutym 2000 roku. Zainstalowany na promie zestaw pomiarowy składał się z 60-metrowego masztu i z zainstalowanych na nim dwóch równoległych układów pomiarowych działających w systemie X-band i C-band. Każdy z nich składał się z anteny nadawczej i dwóch anten odbiorczych położonych na przeciwległych końcach masztu. Wielkość rejestrowanego strumienia danych wynosiła 270 Mb na sekundę i przekraczała znacznie możliwości bezpośredniej cyfrowej transmisji na Ziemię i z tego względu dane te były na promie zapisywane na nośnikach magnetycznych (Z. Kurczyński, 2000).

Misja SRTM była wynikiem współpracy między NASA (*National Aeronautics and Space Administration*), Narodową Agencją Kartograficzną (NIMA – *National Imagery*

and Mapping Agency), Włoską Agencją Kosmiczną (ASI – *Italian Space Agency*) oraz Niemieckim Centrum Kosmicznym (DLR – *Deutsches Zentrum für Luft– und Raumfart*). Prom poruszał się na wysokości 233 km nad Ziemią po orbicie nachylonej do równika pod kątem 57°. Celem misji było pozyskanie wysokościowych danych topograficznych dla ponad 80% powierzchni lądów, między 60° szerokości geograficznej północnej a 56° szerokości geograficznej południowej.

Uzyskane w wyniku tej misji interferogramy radarowe pozwalają na opracowanie modelu powierzchni terenu dla ponad 80% powierzchni kuli ziemskiej z dużą rozdzielczością wyrażoną siatką o module $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 1'' = 0.00027777^{o}$ układu odniesienia WGS-84, co w przybliżeniu dla obszaru Polski odpowiada siatce $\Delta x = 20$ m i $\Delta y = 30$ m.

Dane SRTM, aby mogły stanowić poprawny, dokładny i zweryfikowany model powierzchni terenu, wymagają wieloletnich opracowań. Planowane jest opracowanie dwóch wersji: SRTM-1 o pełnej rozdzielczości, jak podano powyżej i SRTM-3 o rozdzielczości liniowo trzykrotnie mniejszej, czyli o module $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 3''$ (dla obszaru Polski jest to w przybliżeniu $\Delta x = 60$ m i $\Delta y = 90$ m). Obecnie zostały udostępnione publicznie surowe, nie zweryfikowane i nie poprawione wersje SRTM-3 dla całego zasięgu skanowania. Dane SRTM-3 dla obszaru Europy, w tym także Polski, są dostępne publiczne pod adresem internetowym: *ftp://edcftp.cr.usgs.gov/pub/data/srtm/-Eurasia/*.

Organizacja przestrzenna danych SRTM

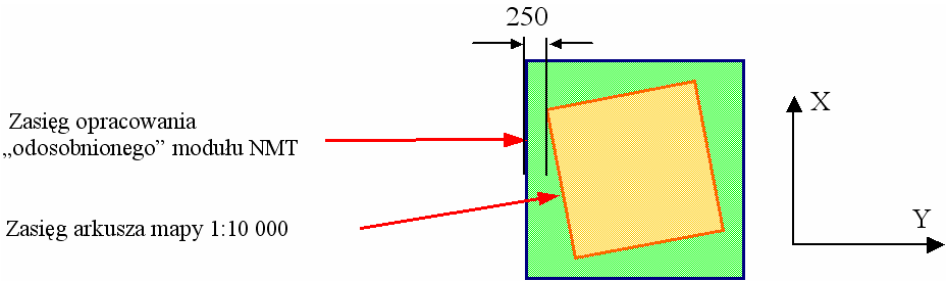
W surowej wersji dane SRTM-3 są określone we współrzędnych geograficznych układu odniesienia WGS-84 (*http://netgis.geo.uw.edu.pl/srtm*). Dane te podzielone są na segmenty, z których każdy obejmuje wycinek powierzchni Ziemi o wymiarach 1º na 1º, a ściślej bok wycinka wynosi 1.00083333º w wyniku czego sąsiadujące ze sobą segmenty nieznacznie na siebie zachodzą. Dane w każdym segmencie stanowią macierz liczb odpowiadających sieci o wielkości 1201 wierszy i 1201 kolumn złożonej z komórek o wymiarach $\Delta\varphi = \Delta\lambda = 3'' = 0.00083333^{o}$. Skrajne wiersze i kolumny w sąsiadujących segmentach pokrywają się i zawierają takie same dane. Centralne punkty komórek położonych w narożnikach segmentów mają współrzędne wyrażone w pełnych stopniach. Obecnie udostępnione dane są surowe, dla wielu komórek brak jest danych (liczby –32768). W wielu przypadkach dane mają zauważalnie duże błędy, co wyraża się występowaniem nieprawdopodobnie bardzo dużych lub bardzo małych wartości. Odbicie sygnału radarowego od powierzchni wody jest słabe i z tego względu w tych miejscach obserwuje się „szum" wartości liczbowych. Efekt ten jest bardzo widoczny w strefach linii brzegowych, gdzie trudno jest ustalić przebieg tych linii na podstawie danych. Z tych powodów, dla niektórych zastosowań potrzebna jest staranna edycja danych, która tylko w części może być dokonana w sposób całkowicie zautomatyzowany.

6.3.5. Numeryczny model terenu opracowany w ramach projektu LPIS

Zgodnie z warunkami technicznymi realizacji zamówienia *BUDOWA I MODERNIZACJA BAZ DANYCH SYSTEMU IDENTYFIKACJI DZIAŁEK ROLNYCH* (LPIS) numeryczny model terenu pozyskiwany jest w oparciu o następujące założenia:

1) Tworzenie i aktualizację NMT należy prowadzić w układzie współrzędnych „1992".
2) Wynikowy numeryczny model terenu powinien zawierać w swej strukturze:
   a) Punkty (punkty pomierzone w regularnej siatce o oczku nie większym niż 40 m, dobranym w zależności od rzeźby terenu, inne punkty terenowe niezbędne do prawidłowego odwzorowania powierzchni terenu).
   b) Charakterystyczne punkty wysokościowe – „koty".
   c) Linie strukturalne (linie położone wzdłuż grzbietów i żlebów, wzdłuż górnej lub dolnej krawędzi naturalnych bądź sztucznych wypiętrzeń; linie położone wzdłuż skarp, urwisk, murów oporowych; linie położone wzdłuż cieków dających się zgeneralizować do linii).
   d) Zasięgi obszarów planarnych – jeziora.
   e) Granice obszarów o jednostajnym spadku – cieki.
   f) Zasięgi obszarów wyłączonych obrysowanych po powierzchni terenu, na których pozyskanie danych wysokościowych metodą fotogrametryczną z właściwą dokładnością nie będzie możliwe, np. lasy, tereny ze słabym efektem stereoskopowym.
   g) Linie strukturalne w obszarach wyłączonych (linie położone wzdłuż grzbietów i żlebów, wzdłuż górnej lub dolnej krawędzi naturalnych bądź sztucznych wypiętrzeń; linie położone wzdłuż skarp, urwisk, murów oporowych; linie położone wzdłuż cieków dających się zgeneralizować do linii, stanowiące pojedyncze elementy w obszarach wyłączeń).
   h) Punkty w obszarach wyłączonych (punkty pomierzone w prześwitach oraz dodatkowe punkty wyinterpolowane w oparciu o obrysy obszarów wyłączonych i punktów w prześwitach).
   i) Oprócz wyżej wymienionych elementów należy pozyskać obrysy obiektów inżynieryjnych w formie obiektów zamkniętych (duże mosty, wiadukty, tamy jako elementy zamknięte). Elementy te służą do prawidłowego umiejscowienia rastra ortofotomapy i nie mogą być wykorzystywane w procesie generowania NMT.
3) W obszarach zabudowanych lub zadrzewionych, gdzie pomiar w regularnej siatce może nie być możliwy, wymagany jest pomiar punktów wysokościowych w miejscach wybranych przez operatora przy założeniu, że muszą one wiernie oddać ukształtowanie terenu, a ich liczba i lokalizacja nie wpłyną niekorzystnie na dokładność geometryczną ortofotomapy.
4) Dla naturalnych form terenowych dopuszcza się następujące wartości średniego błędu wysokości wyinterpolowanej z wynikowego NMT : RMSNMT < 1.5 m.
5) Spełnienie kryterium błędu średniego, określonego jako RMSNMT < M [m], dotyczy porównania punktów pozyskanych z przekrojów NMT oraz odpowiadających im punktów przekrojów pozyskanych z pomiarów terenowych.

6) Niezależnie od opisanego w poprzednim punkcie błędu średniego określanego w stosunku do punktów pozyskiwanych na przekrojach terenu, NMT nie może zawierać błędów „powierzchniowych" większych od 2,5-krotnej wielkości błędu średniego wysokości, na obszarach większych od 2 hektarów.
7) Na obszarach leśnych należy wykonać pomiar punktów lub linii strukturalnych w prześwitach i na duktach, przy czym w przypadku takich obserwacji dopuszczalne jest obniżenie parametrów dokładnościowych o 50%. Na pozostałej części obszaru leśnego pomiar może być wykonany metodą autokorelacji, a tak otrzymany NMT musi zostać zredukowany do poziomu terenu wyinterpolowanego z punktów pomierzonych na duktach i prześwitach oraz punktów pomierzonych na terenach otaczających kompleks.
8) W obszarach wyłączonych należy wydzielać wszystkie wewnętrzne obszary odkryte (np. polany w lasach) o powierzchni większej niż 2ha.
9) NMT powinien odwzorowywać zarejestrowany na zdjęciach stan form terenowych wraz z wodami stojącymi lub płynącymi (dotyczy to także nietrwałych form terenowych). Należy wyznaczać obszary wód stojących o powierzchni nie mniejszej niż 1 ha.
10) Przy opracowaniu NMT należy uwzględniać rowy i cieki głębsze niż 1,5 m.
11) NMT dla całego obszaru opracowania powinien mieć charakter ciągły. Dla celów archiwizacji i przekazywania Zamawiającemu oraz do Państwowego Zasobu Geodezyjnego i Kartograficznego należy dokonać jego wtórnego podziału na moduły oparte o arkusze mapy w skali 1:10000 w układzie współrzędnych „1992" zgodnie z poniższym schematem:



12) Poszczególne elementy wchodzące w skład NMT powinny być zapisane w formie oddzielnych zbiorów tekstowych ASCII oraz jako model powierzchni uwzględniający wszystkie składowe, zapisany w formie siatki trójkątów.
13) Poszczególne elementy składowe wynikowego NMT powinny zostać poddane szczegółowej kontroli w celu poprawnego zapisu topologii modelu wysokościowego.

Wymaga się, aby wynikowy NMT nie posiadał następujących niezgodności:
1) zdublowanych elementów,
2) przecięć linii strukturalnych nie posiadających wspólnego węzła,
3) niedomknięcia obszarów (wody, obszary wyłączeń),
4) powielonych elementów posiadających identyczny atrybut XY, a różny atrybut Z.

6.4. Analiza możliwości wykorzystania NMT do aktualizacji bazy VMap L2 drugiej edycji oraz opracowania komponentu KARTO bazy TBD

Projektowana aktualizacja bazy VMap poziomu drugiego zakłada unacześnienie treści sytuacyjnej na podstawie opracowań fotogrametrycznych. Koncepcja ta powoduje jednak powstanie istotnych rozbieżności pomiędzy treścią topograficzną (przede wszystkim rysunkiem warstwicowym rzeźby terenu) a treścią sytuacyjną. Aktualizacja przebiegu cieków, w oparciu o ortofotomapę opracowaną ze zdjęć 1:26 000 sprawi, iż kształt linii strukturalnych terenu nie będzie zgodny z rysunkiem warstwicowym.

W ramach przeprowadzonych prac studialnych dla trzech zróżnicowanych geomorfologicznie obszarów testowych podjęto próbę wygenerowania warstwic na podstawie wysokorozdzielczego modelu NMT (opracowanego fotogrametrycznie w ramach projektu LPIS) w celu zasilenia cyklu technologicznego VMap L2 nowej edycji (zał.) oraz cyklu produkcji Bazy Danych Topograficznych. Ze względu na ogromne różnice, wynikające zarówno z odmiennej dokładności geometrycznej danych (1:10 000 i 1:50 000), jak również z odmiennych źródeł (zdjęcia lotnicze i analogowa średnioskalowa mapa topograficzna) stwierdzono, iż pełna automatyzacja procesu zasilania bazy VMap rysunkiem warstwicowym rzeźby terenu generowanym z NMT jest niemożliwa. Stwierdzenie to dotyczy zarówno generowania warstwic dla potrzeb opracowania tzw. „wyjścia kartograficznego" VMap L2, jak i opracowania komponentu KARTO Bazy Danych Topograficznych.

Oznacza to, że realnym kompromisem jest wprowadzenie do bazy KARTO TBD oraz bazy VMap warstwic istniejących na dotychczasowych opracowaniach kartograficznych po ich aktualizacji w oparciu o NMT w obszarach gdzie rzeźba uległa istotnej zmianie (np. poprzez powstanie nowego wału czy hałdy) i przeprowadzeniu manualnej lub półautomatycznej redakcji. Warstwice nie są podstawą dokładnej informacji wysokościowej. Rolę taką odgrywa obecnie komponent NMT.

Po zdigitalizowaniu warstwic z istniejących opracowań kartograficznych należy porównać je z warstwicami wygenerowanymi z modułu NMT i dokonać ewentualnych korekt geometrycznych.

6.5. Analiza możliwości wykorzystania modelu SRTM

W ramach przeprowadzonych prac studialnych analizowano także możliwość wykorzystania modelu interferometrycznego SRTM do aktualizacji NMT w formacie DTED 2. Uzyskane wyniki (patrz załącznik) jednoznacznie wskazują, iż model SRTM charakteryzuje się bardzo dużymi błędami wysokościowymi, nie tylko na obszarach leśnych, lecz także na terenach silnie zurbanizowanych oraz na obszarach zbiorników wodnych. Dostępne dane w postaci „surowej", nawet dla modelu SRTM-1 o rozdzielczości przestrzennej 1" wskazują, iż SRTM jest numerycznym modelem pokrycia terenu, nie zaś rzeźby terenu. Model ten może mieć duże zastosowanie wojskowe i naukowe, jest jednak nieprzydatny do aktualizacji kartograficznego rysunku rzeźby terenu.

6.6. Koncepcja opracowania wielorozdzielczego NMT w Bazie Danych Topograficznych

Konieczność wzajemnej integracji danych referencyjnych i budowy infrastruktury danych przestrzennych w Polsce sprawia, iż istotne wydaje się rozważenie koncepcji opracowania zintegrowanej – „wielorozdzielczej" bazy danych referencyjnych również w zakresie informacji wysokościowej.

Dotychczasowa koncepcja opracowania modelu rzeźby terenu w Bazie Danych Topograficznych (TBD) zakłada przekazywanie do zasobu plików numerycznego modelu terenu (NMT) w formacie TIN i GRID w podziale sekcyjnym. Opracowywana nowelizacja wytycznych technicznych komponentu NMT bazy BDT powinna uwzględnić opracowanie modelu rzeźby terenu jako ciągłej, wektorowej reprezentacji form terenu (linie strukturalne, punkty charakterystyczne, obszary wyłączeń, pikiety itp.). Ten sposób gromadzenia danych źródłowych pozwala na opracowanie procedur automatycznego wyboru reprezentatywnych dla danego poziomu uogólnienia form strukturalnych rzeźby terenu. Umożliwi to także opracowanie koncepcji wielorozdzielczej, „wieloskalowej" reprezentacji rzeźby terenu. Koncepcja wielorozdzielczego modelu rzeźby terenu stanowi logiczne uzupełnienie idei wielorozdzielczej bazy danych topograficznych, umożliwiając łączne analizowanie wszystkich komponentów topograficznych (M. Kochman, R. Olszewski, 2005).

Podejście to pozwala na opracowanie spójnej struktury bazy danych topograficznych. Otwiera także szersze możliwości w zakresie utrzymania więzów integralności przestrzennej pomiędzy modelem rzeźby terenu oraz innymi klasami obiektów (przede wszystkim siecią rzeczną). Będzie to możliwie m.in. dzięki zdefiniowaniu relacji przestrzennych między tymi obiektami i klasami obiektów. Umożliwia to również inne spojrzenie na proces generalizacji rzeźby terenu, rozumianej jako zachowujące relacje topologiczne uogólnianie modelu rzeźby, nie zaś uproszczenie rysunku warstwicowego.

Dla budowy wielorozdzielczego NMT istotny wydaje się nie tylko hierarchiczny sposób podejścia do modelowania rzeźby terenu, lecz także sposób uogólnienia danych źródłowych. Technologicznie możliwa jest bowiem zarówno generalizacja pierwotna realizowana na etapie gromadzenia danych topograficznych, jak i generalizacja wtórna istniejącego modelu. Ze względu na istniejące już i przechowywane w zasobie kartograficznym bazy danych topograficznych celowe wydaje się zwłaszcza rozważenie drugiej z wymienionych koncepcji.

W ramach przeprowadzonych prac badawczych analizowano możliwość wykorzystania numerycznego modelu terenu opracowanego technikami fotogrametrycznymi w ramach projektu LPIS do zasilenia wieloskalowego komponentu NMT Bazy Danych Topograficznych.

NMT pozyskany w ramach projektu LPIS w zasadzie nie spełnia kryteriów jakościowych i wymogów technologicznych zdefiniowanych w wytycznych TBD pierwszego poziomu (o dokładności geometrycznej odpowiadającej skali 1:10 000):

1) Główną różnicą jest nominalny błąd wysokościowy.
   W LPIS średni błąd wysokości NMT wynosi 1.5 m. Na obszarach leśnych dopuszczalne jest obniżenie parametrów dokładnościowych o 50%. Natomiast w TBD dla terenów odkrytych o nachyleniu mniejszym niż 6° średni błąd wysokości NMT powinien być nie większy niż 1.0 m, a dla terenów o nachyleniu większym od 6° błąd ten powinien być nie większy niż 2.5 m. Wytyczne techniczne pozwalają na wzrost tego błędu na obszarach zalesionych o 50%.
2) Na terenach, gdzie niemożliwe było wykonanie pomiarów fotogrametrycznych, czyli przede wszystkim na terenach pokrytych lasami NMT z projektu LPIS zawiera linie strukturalne i punkty pomierzone na modelu stereoskopowym po koronach drzew i obniżonym o średnią wysokość drzewostanu.
   W komponencie NMT w TBD dopuszcza się na tych terenach wykorzystanie danych wysokościowych z dostępnych map topograficznych w skali 1:10000. W praktyce wszystkie rozpisane przetargi na TBD wymagały na terenach leśnych pozyskania wysokości z map topograficznych.
3) Odmienny jest sposób kontroli NMT opracowanego w ramach projektu LPIS oraz NMT opracowanego jako komponent TBD.
4) W modelu NMT z projektu LPIS moduł obszarowy jest identyczny jak moduł dla komponentu ORTOFOTO (między sąsiednimi modułami nie występują „zakładki"). Natomiast modułem obszarowym dla komponentu NMT w TBD jest obszar objęty sekcją Mapy Topograficznej Polski w skali 1:10 000, układ „1992".

Wobec istotnych różnic dokładnościowych pomiędzy numerycznym modelem terenu opracowanym w ramach projektów LPIS i TBD pierwszego poziomu proponuje się:

- Opracowanie w ramach TBD „wielorozdzielczego" („wieloskalowego") komponentu NMT. Koncepcja ta jest w pełni zgodna z wdrażaną na świecie (R. B. McMaster, M. Galanda, J. Schroeder, R. Koehnen, 2005) ideą budowy wielo-reprezentacyjnych baz danych topograficznych typu MRDB oraz koncepcją opracowania części sytuacyjnej TBD na dwóch poziomach uogólnienia. Opracowanie wielorozdzielczego komponentu NMT powinno uwzględniać zróżnicowanie morfometryczne kraju oraz być w pełni zgodne z koncepcją dwupoziomowej Bazy Danych Topograficznych. Oznacza to, że przy definiowaniu modelu pojęciowego TBD należy uwzględnić zachowanie więzów integralności przestrzennej pomiędzy poszczególnymi klasami obiektów (np. liniami strukturalnymi rzeźby terenu i siecią rzeczną) (Gotlib D., Kochman M., Olszewski R., 2005).
- Dla obszaru całego kraju (również terenów leśnych) przy opracowaniu komponentu NMT należy pozyskiwać linie strukturalne rzeźby terenu – metodą fotogrametryczną lub, gdy nie jest to możliwe, poprzez interpretację i wektoryzację mapy topograficznej w odpowiedniej skali.
- Komponent NMT w Bazie Danych Topograficznych należy opracować jako ciągłą, wektorową bazę danych. Podział sekcyjny jak również opracowanie modelu terenu w strukturze TIN i GRID powinny być realizowane wtórnie na podstawie zgromadzonych w zasobie danych źródłowych.

6.7. Wnioski

Numeryczny model rzeźby terenu (NMT) jest istotnym komponentem bazy danych topograficznych. Współcześnie powstające modele pojęciowe baz danych topograficznych wykorzystują koncepcję tzw. bazy typu MRDB (bazy wielorozdzielcza, wieloskalowa, wieloreprezentacyjna). Podejście to pozwala na modelowanie w jednej, spójnej pojęciowo bazie danych przestrzennych, obiektów topograficznych o różnym poziomie uogólnienia, np. odpowiadających dokładnościowo skali 1:10 000, 1:50 000 i 1:200 000. Istniejące opracowania koncentrują się jednak z reguły na wieloskalowym modelowaniu treści sytuacyjnej. Opracowanie i wdrożenie metodyki „wielorozdzielczego" modelowania rzeźby terenu byłoby istotnym uzupełnieniem koncepcji „wielorozdzielczej" bazy danych topograficznych. Podejście to pozwoliłoby także na zapisanie i utrzymanie więzów integralności przestrzennej pomiędzy różnymi klasami obiektów.

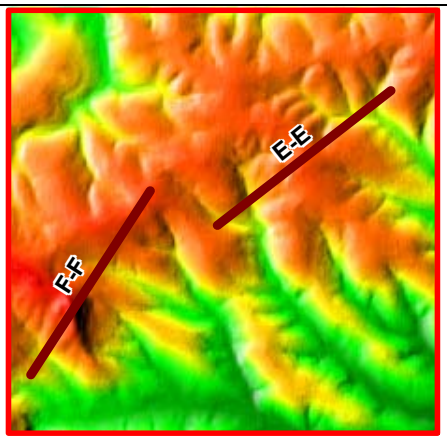
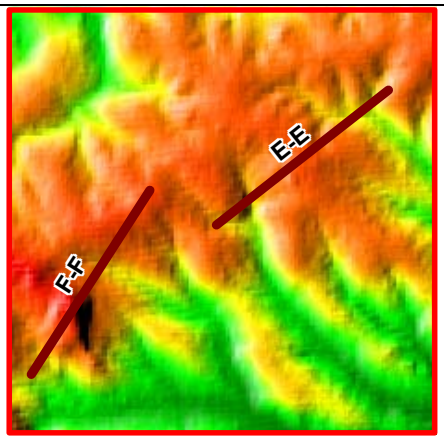
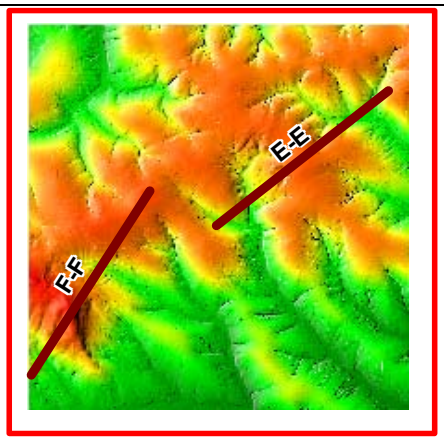
Przeprowadzone badania wskazują, iż:

- Wskazane jest zaktualizowanie wojskowego numerycznego modelu terenu opracowanego w formacie DTED poziomu 2 w 1999 roku. Mając na uwadze fakt, że materiałem źródłowym wykorzystanym w procesie technologicznym były materiały kartograficzne (diapozytywy) map topograficznych w skalach 1:50 000 i 1:25 000, istnieje uzasadniona potrzeba przeprowadzenia weryfikacji modelu w oparciu o dane pozyskane z opracowań fotogrametrycznych. Jako źródło aktualizacji danych modelu DTED 2 proponuje się wykorzystanie opracowanego w ramach projektu LPIS modelu fotogrametrycznego. Konwersja tego modelu (przechowywanego w strukturze TIN) do struktury macierzowej GRID o określonej rozdzielczości (np. 30 m) pozwoli zarazem na automatyzację niezbędnego w tym wypadku procesu generalizacji wysokościowych danych przestrzennych.
- Przy aktualizacji wytycznych komponentu NMT Bazy Danych Topograficznych należy opracować rozszerzoną strukturę zapisu klas obiektów tworzących model rzeźby terenu. Pozwoli to na opracowanie ciągłej, wektorowej reprezentacji rzeźby terenu w bazie danych topograficznych.
- Przy opracowywaniu rysunku rzeźby terenu w module KARTO bazy TBD, a także przy aktualizacji „wyjścia kartograficznego" bazy VMap L2 drugiej edycji należy wykorzystać istniejące materiały kartograficzne (odpowiednio: mapę topograficzną w skali 1:10 000 i zwektoryzowany na podstawie mapy 1:50 000 rysunek rzeźby). Rysunek warstwicowy wygenerowany automatycznie na podstawie numerycznego modelu terenu może być materiałem pomocniczym do aktualizacji opracowań kartograficznych.
- Należy opracować szczegółową koncepcję wielorozdzielczej Bazy Danych Topograficznych umożliwiającej modelowanie danych na dwóch (lub trzech) poziomach uogólnienia odpowiadających dokładnościowo opracowaniom mapowym w skali 1:10 000, 1:50 000 i 1:200 000. Elementem tej koncepcji powinien być wielorozdzielczy komponent NMT reprezentowany przez ciągłą, wektorową bazę danych zawierającą elementy strukturalne rzeźby terenu związane integralnie w treścią sytuacyjną TBD.

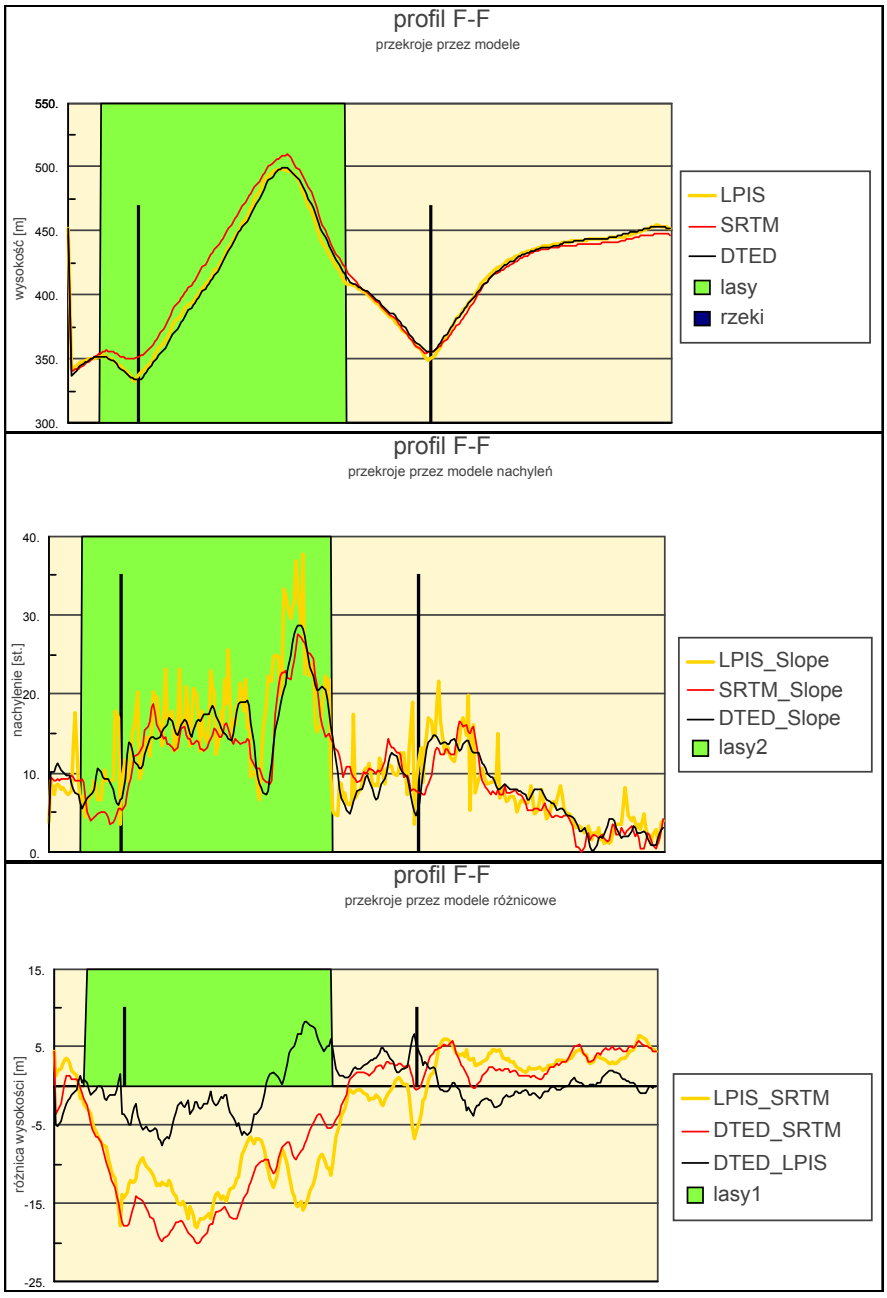
- Za istotne należy uznać zapisywanie w bazie danych TBD elementów strukturalnych rzeźby terenu (np. linie drenażu czy linie grzbietowe) dla obszaru całego kraju. Na terenach odkrytych pozyskiwanie tych danych powinno odbywać się technikami fotogrametrycznymi, zaś na terenach leśnych na drodze interpretacji mapy topograficznej lub poprzez pomiary terenowe. Pozwoli to na opracowanie spójnej pojęciowo struktury numerycznego modelu terenu dla obszaru całego kraju. Związanie atrybutów opisowych z poszczególnymi elementami strukturalnymi umożliwi opracowanie (na drodze selekcji) uogólnionej reprezentacji NMT na dowolnie zdefiniowanym poziomie szczegółowości.
- Należy opracować metodykę generalizacji numerycznego modelu terenu (rozumianą jako uogólnienie modelu nie zaś uproszczenie rysunku warstwicowego) w celu umożliwienia reprezentacji rzeźby terenu na zdefiniowanym przez użytkownika poziomie uogólnienia.

W załączniku przedstawiono wyniki porównania numerycznego modelu terenu pochodzącego z projektów LPIS, SRTM i DTED2 dla trzech zróżnicowanych geomorfologicznie rejonów Polski.

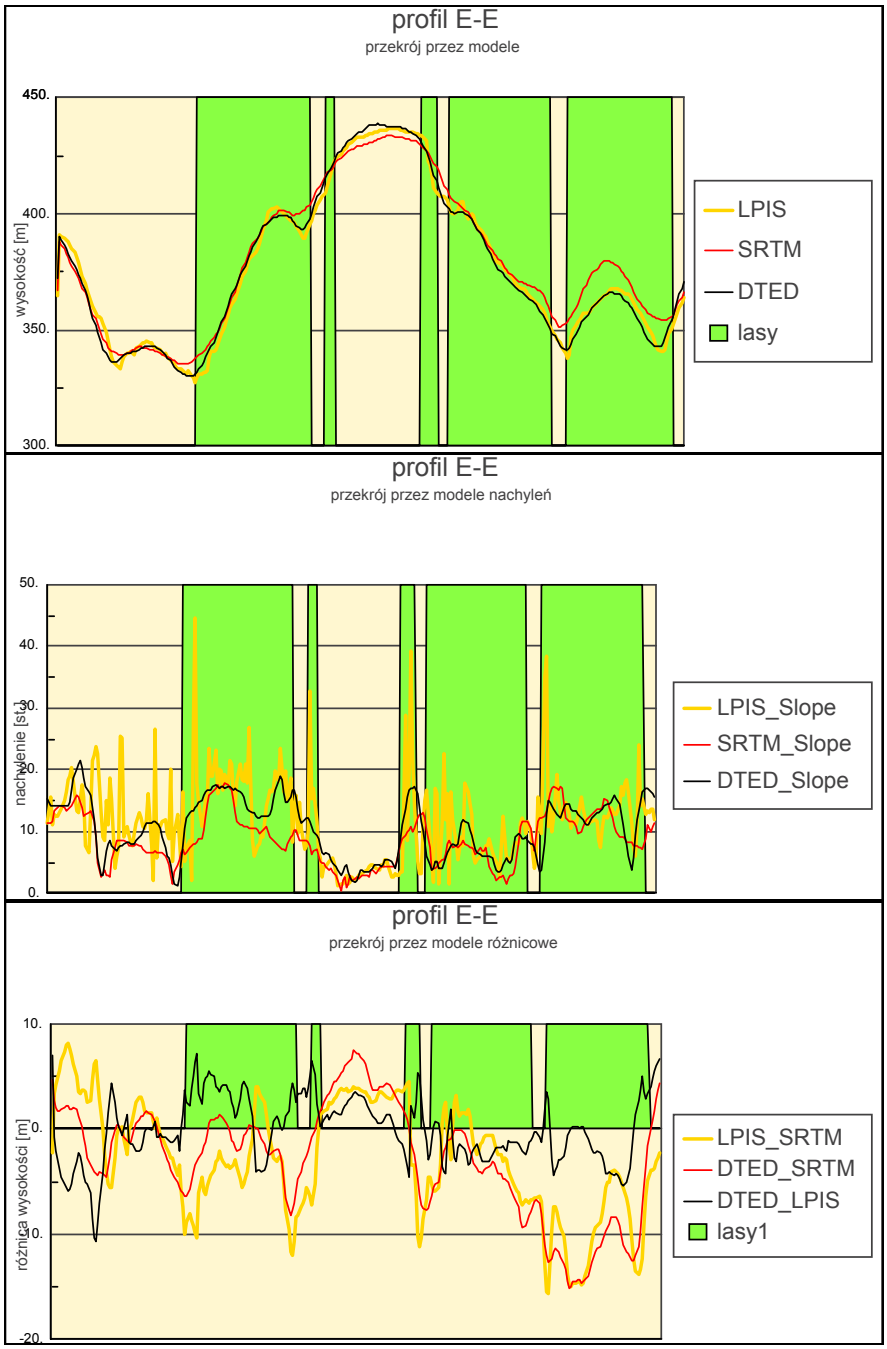
Zał. 1. Sekcja M–34–80–a–c–2 Modele źródłowe

	**Model DTED 2**
	**Model SRTM**
	**Model LPIS**

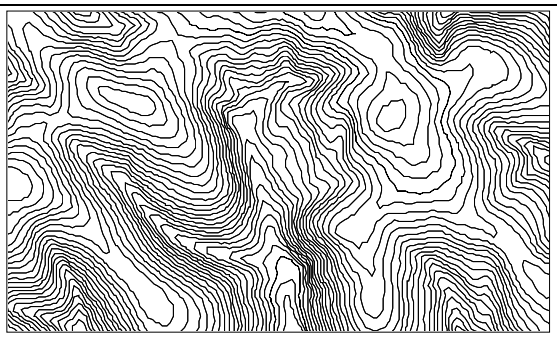
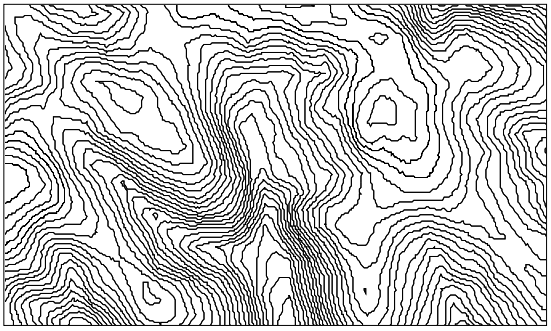
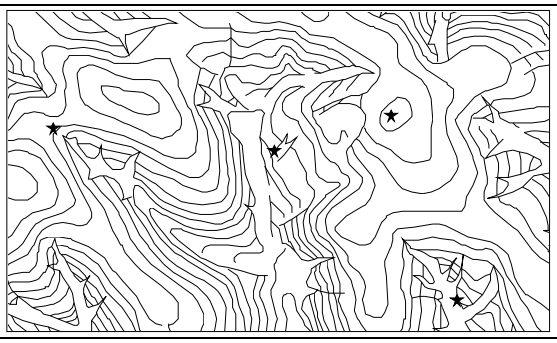
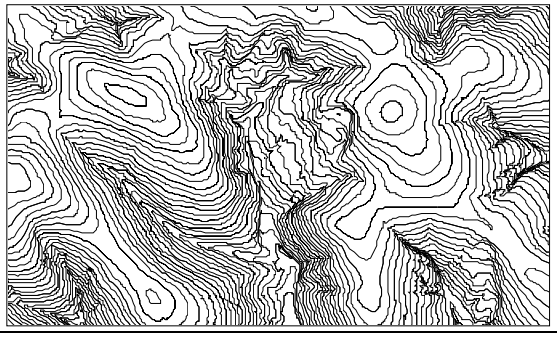
Zał. 2. Sekcja M–34–80–a–c–2. Profil F–F



Zał. 3. Sekcja M–34–80–a–c–2. Profil E–E



Zał. 4. Sekcja M–34–80–a–c–2. Rysunek warstwicowy

	**DTED**
	**SRTM**
	**VMAP L2**
	**LPIS**

7. PODSUMOWANIE (*DARIUSZ GOTLIB, ADAM IWANIAK, ROBERT OLSZEWSKI*)

Przedstawione w opracowaniu propozycje są m.in. wynikiem prac prowadzonych przez zespół ekspertów współpracujący z Głównym Urzędem Geodezji i Kartografii w zakresie harmonizacji baz danych VMap L2 i Bazy Danych Topograficznych, a także wynikiem prac badawczych prowadzonych na Politechnice Warszawskiej oraz Akademii Rolniczej we Wrocławiu.

Jako najistotniejsze kroki na drodze do budowy spójnej bazy danych referencyjnych wynikające z przeprowadzonych badań wymienić należy:

1) **Harmonizacja modeli pojęciowych**
   Wprowadzenie nawet niewielkich zmian do modelu danych VMap i TBD może spowodować znaczące ułatwienie wymiany danych pomiędzy tymi bazami danych. Przedstawione propozycje dotyczą obecnie wybranych klas obiektów, ale w niedługim okresie powinny objąć pozostałe klasy obiektów.

2) **Harmonizacja metadanych**
   Metadane gromadzone są podczas opracowania zarówno bazy TBD, jak i VMap L2. Podstawowym celem ich gromadzenia jest nie tylko zamiar udostępniania danych w globalnej sieci Internet (w serwerach katalogowych), lecz także konieczność sprawnego zarządzania danymi i umożliwienia prowadzenia wiarygodnych analiz.
   Do definiowania metadanych w referencyjnej bazie danych należy wykorzystać język XML, który został przyjęty do opisu zbiorów metadanych przez Międzynarodową Organizację Standaryzacyjną ISO. Standardem metadanych, który będzie obowiązywał w Polsce (w związku z jej wstąpieniem do UE i realizacją projektu INSPIRE) jest standard ISO 19115 oraz ISO 19139 zawierający jego szczegółową implementację w języku XML.
   Proponuje się, aby metadane związane z bazami TBD i VMap L2 stanowiły fragment szerszego opracowania, obejmującego kompleksowy system metadanych dla powstających w Polsce baz danych przestrzennych. System ten powinien zostać opracowany zgodnie z koncepcją serwerów katalogowych GSDI.

3) **Harmonizacja słowników**
   Opracowanie spójnej koncepcji infrastruktury danych przestrzennych w Polsce, a zwłaszcza możliwość łącznego wykorzystania danych przestrzennych zgromadzonych w różnych bazach danych, wymaga unifikacji stosowanych wykazów i tabel identyfikatorów. Opracowanie i wdrożenie metody tworzenia wspólnych wykazów danych („słowników") dla referencyjnych baz danych TBD, VMap i BDO oraz baz danych tematycznych SOZO i HYDRO (identyfikatory i nazwy cieków, jezior, kanałów, oznaczenia szlaków komunikacyjnych oraz miejscowości) umożliwi:

- Związanie danych tematycznych z aktualizowanymi bazami danych referencyjnych pomimo różnej reprezentacji geometrycznej obiektów.
- Aktualizację baz danych referencyjnych BDO i VMap danymi z zasobu podstawowego TBD.
- Łączne przetwarzanie danych przestrzennych zgromadzonych w bazach danych o różnym modelu pojęciowym, poziomie uogólnienia pojęciowego i dokładności geometrycznej.

4) Zastosowanie koncepcji wielorozdzielczych baz danych

Proponuje się zaprojektowanie bazy danych referencyjnych w Polsce jako bazy wielorozdzielczej (typu MRDB). Baza danych oparta na tej koncepcji umożliwiałaby gromadzenie danych na różnych poziomach szczegółowości i dokładności w różnych częściach kraju. Pozwoliłoby to, w etapie przejściowym, na szybkie wypełnienie bazy danymi o szczegółowości mniejszej niż docelowa, a następnie uszczegółowienie informacji w wybranych obszarach.

Realizacja tej idei wydaje się szczególnie łatwa obecnie, kiedy w skali całego kraju powstała ortofotomapa cyfrowa dla potrzeb IACS i jednocześnie podjęto decyzję o aktualizacji VMap L2 również dla całego obszaru Polski. Proponowane rozwiązanie pozwoliłoby z jednej strony na pełne wykorzystanie doskonałego materiału źródłowego, z drugiej natomiast dałoby możliwość uzyskania w ciągu 2–3 lat zdolności operacyjnej bazy danych topograficznych i możliwości finansowania w wybranych obszarach bazy na pełnym poziomie szczegółowości.

Rozwiązanie to zakłada całkowitą harmonizację baz TBD i VMap L2, a w dalszej perspektywie również BDO. Wielorozdzielcza baza danych referencyjnych byłaby więc opracowana na dwóch lub trzy poziomach uogólnienia pojęciowego.

5) Integracja NMT z danymi sytuacyjnymi

Wśród proponowanych rozszerzeń koncepcyjnych dotyczących budowy NMT jako najistotniejsze można wymienić:

- Tworzenie wielorozdzielczego, wspólnego NMT dla TBD i VMap jako bazy „ciągłej" obszarowo.
- Uwzględnienie przy pozyskiwaniu danych o rzeźbie terenu zróżnicowania morfometrycznego Polski.
- Zapis danych w bazie wyłącznie w postaci tzw. danych pomiarowych NMT w postaci wektorowej, w sposób w pełni spójny z pozostałymi danymi topograficznymi.
- Traktowanie reprezentacji elementów charakterystycznych terenu określanych jako dane pomiarowe NMT (pikiety, linie grzbietowe, linie ciekowe itd.) jako typowych obiektów geograficznych, np.: szczyt górski, pasmo górskie, przełęcz, dolina, wąwóz, co pozwoli na zapisywanie w bazie danych atrybutów związanych z tymi obiektami, m.in. ich nazw, które dotychczas traktowane były jako warstwa związana wyłącznie z prezentacją kartograficzną.
- Wykorzystanie numerycznego modelu terenu opracowanego w ramach projektu LPIS do utworzenia NMT na drugim poziomie szczegółowości referencyjnej bazy danych topograficznych kraju.

– Stosowanie nowoczesnych metod generalizacji modelu rzeźby terenu traktowanego jako model DLM (numeryczny model krajobrazu), co oznacza, że generalizacji powinny podlegać formy terenowe reprezentowane bezpośrednio w bazie danych, nie zaś rysunek warstwicowy.

6) **Zawarcie porozumień w zakresie stosowania spójnych danych referencyjnych przez instytucje publiczne**
Opracowanie i wdrożenie w Polsce spójnej infrastruktury danych przestrzennych wymaga działań nie tylko w zakresie uspójnienia prac dotyczących baz TBD, VMap i BDO.
Bazy te powinny być przede wszystkim źródłem referencyjnej informacji topograficznej dla urzędowych opracowań tematycznych o podobnej dokładności geometrycznej, np. baza sozologiczna, hydrograficzna, geośrodowiskowa, geologiczna itd. Wymaga to jednak od instytucji zajmujących się gromadzeniem tych danych zawarcia porozumień w zakresie stosowania spójnych danych referencyjnych po wcześniejszym przekonaniu ich, iż działanie takie jest głęboko uzasadnione, a baza referencyjna w pełni spełni ich oczekiwania i ograniczy koszty związane z tworzeniem opracowań tematycznych.

Opracowanie baz TBD, VMAP i BDO powinno być także związane z niezmiennością identyfikatorów obiektów w poszczególnych klasach. Dotyczy to nie tylko nazw własnych np. miejscowości, rzek, jezior itp. ale i dróg, odcinków kolejowych itp., tak aby bazy tematyczne (graficzne i opisowe) powstające w oparciu dane referencyjne mogły zawsze korzystać z aktualnych danych. Pozwoli to na uzyskanie pewności, że zbiory będą poprawnie zintegrowane. Służba geodezyjna powinna gwarantować jakość danych, a w szczególność ich aktualność i dokładność oraz poprawność i niezmienność identyfikatorów poszczególnych obiektów.

Zaproponowane zmiany nie wyczerpują zagadnienia harmonizacji baz referencyjnych w Polsce. Zgodnie z przyjętymi założeniami skoncentrowano się tylko na harmonizacji najważniejszych elementów VMap i TBD, biorąc pod uwagę czynniki pragmatyczne i realność wprowadzenia zmian. Pełne uspójnienie tworzenia obu baz danych wymusiłoby zatrzymanie na co najmniej rok aktualizacji VMap L2 i tworzenia Bazy Danych Topograficznych, dlatego cel ten należy osiągać stopniowo.

Należy zwrócić uwagę, że prowadzenie aktualizacji VMap L2 i równoległe opracowanie TBD bez wprowadzenia proponowanych zmian oznacza powielenie prac w zakresie pozyskiwania informacji topograficznych. Przy przyjętych założeniach aktualizacyjnych VMap L2 tworzenie na tym samym obszarze Bazy Danych Topograficznych i VMap wydaje się dyskusyjne. Jest to szczególnie niepożądane, ponieważ prace te w dużej części finansowane są z funduszy cywilnej służby geodezyjno-kartograficznej. Dlatego harmonizacja obu opracowań jest niezbędna i, zgodnie z intencją i przekonaniem autorów, powinna być pierwszym krokiem tworzenia jednej, spójnej w skali kraju bazy danych referencyjnych. Wymaga to jednak szeregu działań, nie tylko merytorycznych – związanych z uspójnieniem modelu, ale także działań organizacyjnych i wieloletniego – stabilnego, konsekwentnego programu realizacji tego zadania. Wysiłek ten pozwoli jednak na zapewnienie solidnych fundamentów dla tworzonej Krajowej Infrastruktury Danych Przestrzennych.

LITERATURA

Baza Danych Topograficznych – krótki rys historyczny, *http://www.gugik.gov.-pl/gugik/w_pages/w_doc_show.php?loc=20&doc=13Podstawowe założenia koncepcyjne TBD*, *http://www.gugik.gov.pl/gugik/w_pages/w_doc_show.php?loc=20-&doc=14*

Czekalski T., Gotlib D., Iwaniak A., Olszewski R., Wilczyński T., 2004, Analiza możliwości uspójnienia prac w zakresie opracowania Bazy Danych Topograficznych i VMap, opracowanie dla GUGiK.

FGDC Standards, http://www.fgdc.gov/standards/standards.html

Gaździcki J., 2003, Kompendium infrastruktur danych przestrzennych, Geodeta nr 2, 3, 4, 5.

Gaździcki J., 2003, Kompendium infrastruktury danych przestrzennych, skrócone tłumaczenie „The SDI Cookbook" v 1.1, Geodeta nr 2, 3, 4, 5.

Gotlib D. Iwaniak A. Olszewski R., 2005, *Jedna referencyjna baza danych topograficznych. Czy to możliwe?*, Geodeta Nr 1(116), Warszawa.

Gotlib D., Kochman M., Olszewski R., 2005, *Numeryczny model terenu w systemie informacji topograficznej*, w: A. Makowski (red.), *System informacji topograficznej kraju. Teoretyczne i metodyczne opracowanie koncepcyjne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.

Gotlib D., Lebiecki M., Olszewski R., 2004, *Processes of generalisation and modelling spatial data in the context of development of the Topographic Database (TDB), Investigating possibilities to develop the TDB in Poland as a MRDB type Database*, Materiały Seminarium Komisji ds. Generalizacji i Wielorakiej Reprezentacji ICA, Leicester.

Gotlib D., Iwaniak R., Olszewski R., Ostrowski W., Wieczorek T., Wilczyński T., 2005, *Uspójnienie wybranych elementów modelu pojęciowego VMap L2 i Bazy Danych Topograficznych w kontekście rozpoczęcia aktualizacji bazy VMap L2 (Vmap2 II edycji)*, prace eksperckie na zlecenie GUGiK.

Gotlib D., Jaroszczuk R., Morańda M., Olszewski R., Stankiewicz M., 2005, *Opracowanie wskazówek metodycznych i technologicznych w zakresie wspólnego opracowania NMT dla Polski przez państwową służbę geodezyjno kartograficzną oraz Zarząd Geografii Wojskowej*, prace eksperckie na zlecenie GUGiK.

Gotlib D., Iwaniak R., Wieczorek T., Wilczyński T., 2005, *Opracowanie założeń dotyczących prowadzenia wspólnych metadanych dla referencyjnych, topograficznych baz danych w Polsce (VMap2 i TBD),* prace eksperckie na zlecenie GUGiK.

Iwaniak A., 2003*, Wykłady z GIS – KSIG*, prezentacja ppt, www.gislab.ar.wroc.pl.

Iwaniak A., 2005, *Infrastruktura danych przestrzennych inaczej – od GIS do SDI*, Geodeta nr 11/2005.

Iwaniak A., 2005, *Infrastruktura danych przestrzennych inaczej – mam 10 lat opóźnienia*, Geodeta nr 12/2005.

http://www.opengeospatial.org/specs/?page=specs

Interface Standard for Vector Product Format, Department of Defence, MIL–STD–2407, Washington 1996.

The Digital Geographic Information Exchange Standard, Part 1, General Description, Digital Geographic Information Working Group, Department of National Defence, Canada 1997.
The Digital Geographic Information Exchange Standard, Part 2, Theoretical Model, Exchange Structure and Encapsulation Specification, Digital Geographic Information Working Group, Department of National Defence, Canada 1997.
The Digital Geographic Information Exchange Standard, Part 3, Codes, Parameters and Tags, Digital Geographic Information Working Group, Department of National Defence, Canada 1997.
The Digital Geographic Information Exchange Standard, Part 4, Feature and Attribute Coding Catalogue, Digital Geographic Information Working Group, Department of National Defence, Canada 1997.
Vector Smart Map Level 1, Military Specification MIL–V–89031, Defence Mapping Agency, Washington D.C. 1994.
Vector Smart Map Level 2, Military Specification MIL–V–89032, National Imagery and Mapping Agency, Washington D.C. 1997.

ISO Technical Committee 211, http://www.isotc211.org

ISO Technical Specification, http://www.iso.ch/iso/en/stdsdevelopment/whowhenhow/-proc/deliverables/iso_ts.html

Kładoczny D, Żyszkowska W., 1995, *Struktura numerycznych modeli terenu a ich obraz poziomicowy*, Polski Przegląd Kartpgraficzny, t. 27.

Kurczyński Z., 2000, *Radarowa misja topograficzna promu kosmicznego Endeavour*, Magazyn Geoinformacyjny Geodeta, Nr 8 (63), Warszawa.

Kurczyński Z., Preuss R., 2000, *Podstawy fotogrametrii*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa.

Makowski A. (red.), 2005, *System informacji topograficznej kraju. Teoretyczne i metodyczne opracowanie koncepcyjne*, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej.

Makowski A., 2000, System informacji topograficznej (Sitop). Materiały XXVII Ogólnopolskiej Konferencji Kartograficznej: *Kartografia Polska u progu XXI wieku*, Główny Geodeta Kraju, Warszawa.

McMaster R. B., Galanda M., Schroeder J., Koehnen R., 2005, *The creation of a national multiscale database for the United States census*, Materiały Międzynarodowej Konferencji Kartograficznej ICA, La Coruna.

Olszewski R., 2001, *Wymiarowanie multifraktalne jako narzędzie kwantyfikacji komponentów abiotycznych środowiska przyrodniczego w różnych skalach obserwacyjnych*, Materiały Ogólnopolskiej Szkoły Kartograficznej, Wrocław.

Olszewski R., Kochman M., 2005, *Wieloskalowe modelowanie rzeźby terenu,* Polski Przegląd Kartograficzny, tom 37, nr 3 i 4.

Pawłowska A., 1995, *Władza i uczestnictwo polityczne w społeczeństwie informacyjnym*, Lublin.

Przybyliński P., 2000, *Mapy wektorowe w standardzie NATO*, Magazyn Geoinformacyjny „Geodeta" Nr 7 (62).

Sztab Generalny WP, Informator O PRODUKTACH GEOGRAFICZNYCH OPRACOWANYCH W STANDARDACH NATO W WOJSKU POLSKIM, 2001, Zarząd Geografii Wojskowej, Warszawa.

The SDI cookbook, wersja 2, 2004, pod redakcją Douglas D. Nebert, www.gsdi.org

Wytyczne techniczne „Baza Danych Topograficznych (TBD) – wersja 1", GUGiK 2003.

CREATION OF THE NATIONAL SPATIAL DATA INFRASTRUCTURE IN POLAND – HARMONISATION OF REFERENCE DATABASES

S u m m a r y

The basic objective of development of the National Spatial Data Infrastructure (NSDI) is to facilitate the access to spatial data for inhabitants of the given country, public administration units, commercial companies, universities etc. Considering the SDI development at the national level one should remember that one of the main reasons of its development is the intention to limit multiple acquisition of the same geographical data. Spatial databases, which cover large areas of the country, have been developed recently in Poland within the frames of creation of the spatial data infrastructure; those databases may serve as reference systems for thematic elaborations. They include: the General Geographic Database (the scale level 1:250 000), VMap L2 (the scale level 1:50 000) and the Topographic Database (the scale level 1: 10 000). Due to the fact that, following the assumptions, the Topographic Database and the VMap L2 database will be the basic sources of topographic data for official spatial information systems, for topographic and thematic maps production systems, harmonisation of those two databases is of particular importance. At present, they are separate databases, created for various levels of scales, they are not mutually combined and they have been developed basing on various data sources, with respect to different applications; besides, they have been also developed in different organisational-and-technological circumstances.

Proposals presented in the paper are the results of works performed within the frames of harmonisation of VMap L2 and Topographic Databases, by the team of experts who cooperate with the Head Office of Geodesy and Cartography.

The following aspects should be mentioned as the most important steps towards the creation of a coherent, reference database, resulting from performed investigations:

1) Harmonisation of conceptual models – Introduction of slight changes into the VMap and TBD data models may result in considerable simplification of data exchange between those databases. Presented proposals concern object classes, which have been presently selected; they should cover remaining classes of objects in the nearest future.
2) Harmonisation of metadata – Metadata are stored in the process of development of both, the TBD and the VMap L2 databases. The basic objectives of their collection is not only to make them available in the global Internet network (in catalog servers), but to perform efficient administration of data and allow to perform reliable analyses.
3) Utilisation of an idea of multi-resolution databases – It is proposed to design the reference database as the multi-resolution database (of MRDB type). Such a database would allow to store data at various levels of details and accuracy in particular

regions of the country. This would allow, in the period of transition, for fast population of the TBD database with data of the lower level of details than the final values, and then for densification of information in selected areas with more detailed data.

4) Integration of the DTM with situation data – The following extensions of the concept may be mentioned as the most important:
   - creation and transfer of the DTM, commonly developed for the TBD and VMap databases as the "area continuous" database,
   - registration of data exclusively in the form of, the so-called, measurement DTM data in the vector format, in the way compatible with other topographic data.

Key words: National spatial data infrastructure, harmonisation of reference databases

BUDOWA KRAJOWEJ INFRASTRUKTURY DANYCH PRZESTRZENNYCH W POLSCE – HARMONIZACJA BAZ DANYCH REFERENCYJNYCH

S t r e s z c z e n i e

Podstawowym celem budowy krajowej infrastruktury danych przestrzennych (ang. NSDI – National Spatial Data Infrastructure) jest ułatwienie dostępu do danych przestrzennych obywatelom danego kraju, jednostkom administracji publicznej, firmom komercyjnym, wyższym uczelniom itd. Rozpatrując budowę SDI na poziomie kraju, należy pamiętać, że jednym z głównych powodów jej budowy jest dążenie do ograniczenia wielokrotnego pozyskiwania tych samych danych geograficznych. W ostatnich latach w Polsce w ramach budowy infrastruktury danych przestrzennych opracowane zostały bazy danych przestrzennych pokrywające znaczne obszary całego kraju , które mogą posłużyć jako systemy referencyjne dla opracowań tematycznych. Należą do nich: Baza Danych Ogólnogeograficznych (poziom skalowy 1: 250 000), VMap L2 (poziom skalowy 1: 50 000) oraz Baza Danych Topograficznych (poziom skalowy 1: 10 000). Ze względu na to, iż Baza Danych Topograficznych oraz baza VMap L2 stanowić mają z założenia podstawowe źródło danych topograficznych zarówno do zasilania urzędowych systemów informacji przestrzennej, systemów produkcji map topograficznych i opracowań tematycznych, szczególne znaczenie ma harmonizacja właśnie tych dwóch baz. W chwili obecnej są to oddzielne bazy opracowane dla różnych poziomów skalowych, niepowiązane ze sobą w żaden sposób, opracowane na podstawie innych źródeł danych, pod kątem nieco innych zastosowań i powstające w innych uwarunkowaniach organizacyjno-technologicznych.
Przedstawione w opracowaniu propozycje są wynikiem prowadzonych prac w zakresie harmonizacji baz danych VMap L2 i Bazy Danych Topograficznych przez zespół ekspertów współpracujący z Głównym Urzędem Geodezji i Kartografii .

Jako najistotniejsze kroki na drodze do budowy spójnej bazy danych referencyjnych wynikające z przeprowadzonych badań wymienić należy:

1) Harmonizację modeli pojęciowych – Wprowadzenie nawet niewielkich zmian do modelu danych VMap i TBD może spowodować znaczące ułatwienie wymiany danych pomiędzy tymi bazami danych. Przedstawione propozycje dotyczą obecnie wybranych klas obiektów, ale w niedługim okresie powinny objąć pozostałe klasy obiektów.
2) Harmonizacja metadanych – Metadane gromadzone są podczas opracowania zarówno bazy TBD, jak i VMap L2. Podstawowym celem ich gromadzenia jest nie tylko zamiar udostępniania danych w globalnej sieci Internet (w serwerach katalogowych), lecz konieczność sprawnego zarządzania danymi i umożliwienia prowadzenia wiarygodnych analiz.

3) Zastosowanie koncepcji wielorozdzielczych baz danych – Proponuje się zaprojektowanie bazy referencyjnej jako bazy wielorozdzielczej (typu MRDB). Baza danych oparta na tej koncepcji umożliwiałaby gromadzenie danych na różnych poziomach szczegółowości i dokładności w różnych częściach kraju. Pozwoliłoby to, w etapie przejściowym, na szybkie wypełnienie bazy TBD danymi o szczegółowości mniejszej niż docelowa, a następnie uszczegółowienie informacji w wybranych obszarach.
4) Integrację NMT z danymi sytuacyjnymi – Wśród proponowanych rozszerzeń koncepcyjnych jako najistotniejsze można wymienić:
   - tworzenie i przekazywanie NMT opracowywanego wspólnie dla TBD i VMap jako bazy „ciągłej" obszarowo,
   - zapis danych w bazie wyłącznie w postaci tzw. danych pomiarowych NMT w postaci wektorowej, w sposób w pełni spójny z pozostałymi danymi topograficznymi.

Słowa kluczowe: Krajowa infrastruktura danych przestrzennych, harmonizacja bazy danych referencyjnych

dr inż. Dariusz Gotlib

Adiunkt w Instytucie Fotogrametrii i Kartografii Politechniki Warszawskiej. W 2001 roku obronił doktorat z zakresu projektowania baz danych przestrzennych i modelowania danych topograficznych. Od 2001 roku dyrektor ds. technologii GIS w Polskim Przedsiębiorstwie Wydawnictw Kartograficznych im. E. Romera S.A. Zainteresowania naukowe obejmują m.in. analityczne metody projektowania systemów informacji geograficznej, modelowanie "wielorozdzielczych" i "wielореprezentacyjnych" baz danych przestrzennych

dr inż. Adam Iwaniak

Adiunkt w Instytucie Geodezji i Geoinformatyki Akademii Rolniczej we Wrocławiu. W 1997 roku obronił doktorat z wykorzystania metod sztucznej inteligencji w kartografii. Od 2002 roku kierownik Laboratorium GIS Akademii Rolniczej. W latach 2002 - 2005 doradca Głównego Geodety Kraju ds. GIS. Zainteresowania naukowe obejmują budowę infrastruktury danych przestrzennych, generalizację kartograficzną, wykorzystanie systemów ekspertowych i sztucznych sieci neuronowych w GIS.

dr inż. Robert Olszewski

Adiunkt w Instytucie Fotogrametrii i Kartografii Politechniki Warszawskiej. W 2001 roku obronił doktorat nt. wykorzystania analizy fraktalnej w kartograficznej metodzie badań. Zainteresowania naukowe obejmują modelowanie danych przestrzennych w bazach danych referencyjnych i tematycznych, automatyzację procesu generalizacji kartograficznej, wykorzystanie metod inteligencji obliczeniowej w kartografii i systemach informacji przestrzennej.

ISBN 83-89189-94-1