

# Mapy wektorowe w standardzie NATO

PIOTR PRZYBYLIŃSKI

**Nowym wyzwaniem Służby Topograficznej Wojska Polskiego jest program opracowania na obszar kraju map wektorowych poziomu 2 (VMap2). Utworzona baza danych geoprzestrzennych pozwoli na wykonanie standardowego produktu cyfrowego, a także przyszłych wydań analogowej mapy topograficznej w skalach 1:50 000 oraz 1:100 000.**

Od roku jesteśmy członkiem Sojuszu Północnoatlantyckiego i jednocześnie komponentem jego potencjału obronnego. Aby korzystać z przywileju kolektywnej obrony NATO w wypadku agresji zbrojnej na nasz kraj, przyjęliśmy szereg zobowiązań. Wydzielone jednostki Sił Zbrojnych RP uczestniczą w działaniach prewencyjnych, eliminujących różnorodne zagrożenia występujące w obszarze euroatlantyckim. Musimy być także przygotowani do wypełniania obowiązków „państwa-gospodarza” w wypadku sojuszniczych działań zbrojnych prowadzonych na naszym terytorium. Współdziałanie w środowisku wielonarodowym narzuciło nowe wymagania jakościowe w wielu obszarach funkcjonowania Sił Zbrojnych RP, w tym zabezpieczenia geograficznego. Podstawowym wymogiem jest posiadanie standardowych map analogowych na wyznaczony obszar odpowiedzialności.

Standaryzacja objęła również opracowania cyfrowe, niezbędne do automatyzacji dowodzenia i eksploatacji nowoczesnych systemów uzbrojenia. Ujednoliceniu podlegają tu układy odniesień przestrzennych, zawartość informacyjna, modele i formaty wymiany danych, a także ich organizacja na nośnikach dystrybucyjnych. Elementy te są określone precyzyjnie przez dokumenty standaryzacyjne STANAG.

Z produktów cyfrowych najbardziej poszukiwane są mapy wektorowe (ang. *Vector Smart Map*), powszechnie określane skrótem VMap. Produkt taki, wykonywany na trzech poziomach szczegółowości, jest modelem powierzchni Ziemi, na który składają się: semantyka, geometria, topologia i atry-

buty jakościowo-ilościowe realnych i abstrakcyjnych obiektów geograficznych.

Specyfikacje VMap mają swoje podstawy w standardzie wymiany cyfrowej informacji geograficznej – „Digital Geographic Information Exchange Standard” określanym akronimem DIGEST. Znalazła tu zastosowanie część II tego dokumentu – „Theoretical Model, Exchange Structure and Encapsulation Specification” opisująca model teoretyczny i format wymiany danych VPF. Z kolei z części IV – „Feature and Attribute Coding Catalogue” – wykorzystano, oznaczony akronimem FACC, schemat kodowania obiektów geograficznych i ich atrybutów istotnych z wojskowego punktu widzenia.

Produkty VMap dystrybuowane są w formacie VPF, reprezentującym georelacyjny model danych przestrzennych. W stosunku do dotychczasowych, tradycyjnych już modeli jest on najbardziej złożony, gdyż integruje geometrię, topologię i atrybuty w jednorodnej, relacyjnej strukturze danych. 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*). Ramka skonstruowana jest z plików 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*). Cała opisana struktura wzbogacona jest o mechanizmy indeksowania, przyspieszające dostęp do danych.

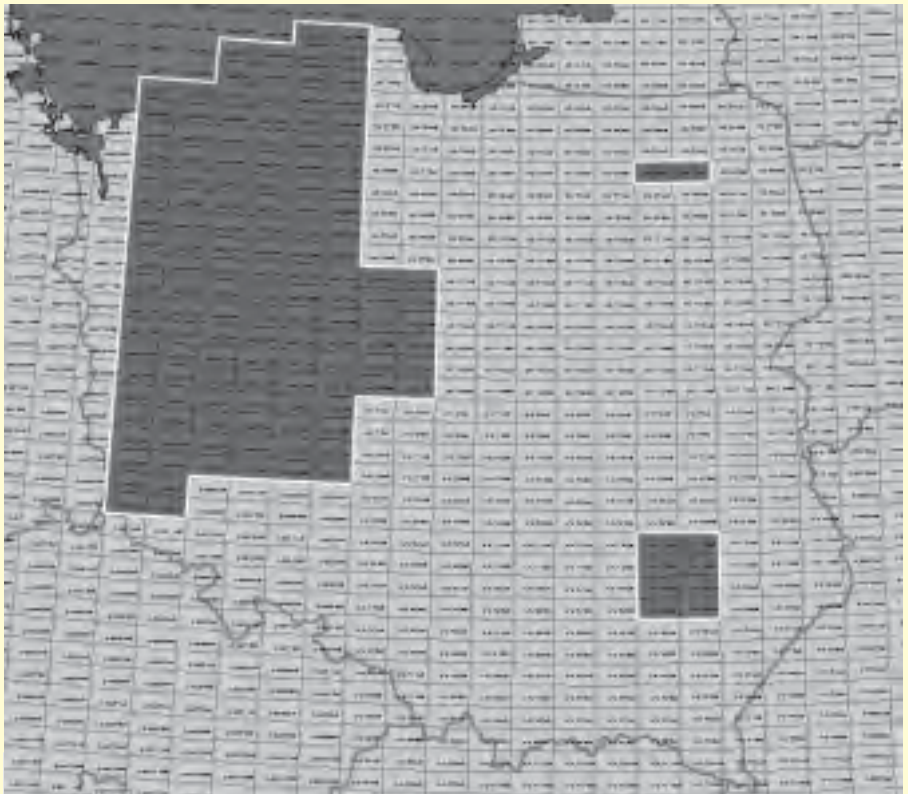
Dane zapisane w formacie VPF stanowią jednocześnie użytkową bazę danych, której funkcjonalność jest wystarczająca do operacji wyszukiwania, klasyfikacji i analiz danych. Eliminuje to konieczność angażowania systemu zarządzania relacyjną bazą danych, zwiększając prostotę i niezawodność systemu użytkowego, co jest szczególnie ważne w zastosowaniach wojskowych.

**N**a etapie przygotowania produktu zastosowanie znajduje schemat kodowania FACC. Klasy obiektów określane są tu pięciodzianowym 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 trzyznakovym. 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.

**W**NATO mapy wektorowe są wykonywane na kilku poziomach szczegółowości. **Poziom 0**, odpowiadający mapie w skali 1:1 000 000, został wytworzony na obszar całego świata przez amerykańską National Imagery and Mapping Agency. Jest on dostępny dla wszystkich członków sojuszu, a także uczestników Partnerstwa dla Pokoju. **VMap poziomu 1** (o szczegółowości właściwej dla mapy operacyjnej w skali 1:250 000) powstaje w ramach wspólnego projektu produkcyjnego państw NATO. Zamierzony zasięg opracowania obejmuje również powierzchnię całego globu ziemskiego. Służba Topograficzna WP jest uczestnikiem tego przedsięwzięcia, w wyniku czego dane pokrywające obszar Rzeczypospolitej są aktualnie przetwarzane do formatu VPF. Do końca bieżącego roku mapa będzie dystrybuowana do wojsk. Nowym wyzwaniem Służby Topograficznej WP jest jednak program wytworzenia na obszar kraju **mapy wektorowej poziomu 2 (VMap2)**. Nie ma tu zobowiązań międzynarodowych, gdyż w ramach NATO, ze względu na wysokie koszty, nie podjęto wspólnego programu opracowania VMap2 na obszar zainteresowania sojuszu. Produkt ten wytwarzany jest wyłącznie w ramach inicjatyw narodowych. Czynnikiem motywującym stronę polską do podjęcia takiego programu jest fakt, iż nasz rejon odpowiedzialności kartograficznej obejmuje obszar RP. Wytworzenie standardowego produktu wektorowego o rozważanym poziomie szczegółowości po-



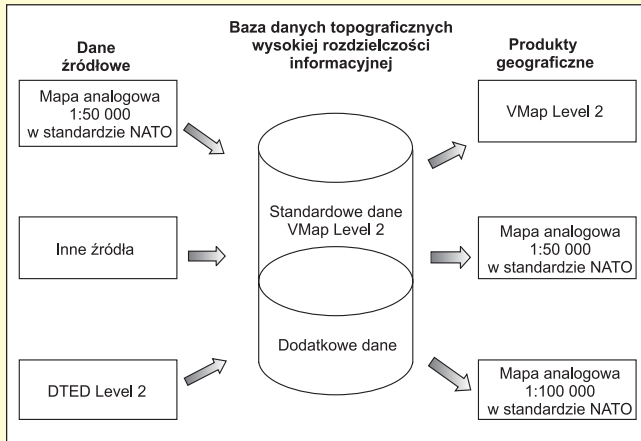
Mapy wektorowe poziomu 2 przewidziane do opracowania w 2000 r.

**Realizacja programu VMap2 zaowocuje profesjonalną bazą danych geoprzestrzennych o dużej, w rozumieniu sił zbrojnych, rozdzielczości informacyjnej. Można przewidywać, iż zapotrzebowanie użytkowników na informację geograficzną o rozważanym poziomie szczegółowości będzie rosło w miarę rozwoju teleinformatyki i upowszechniania się geoprzestrzennych rozwiązań użytkowych w wielu dziedzinach działalności ludzkiej. Wykonany projekt stanowi również dobrą ofertę dla użytkowników cywilnych, ponieważ baza danych VMapa poziomu 2 może stać się jednym z filarów oczekiwanego narodowego systemu informacji geograficznej, szczególnie niezbędnego dla administracji rządowej i samorządowej szczebla centralnego i wojewódzkiego oraz służb ratowniczych. W bieżącym roku w planach produkcyjnych Służby Topograficznej WP jest opracowanie 140 arkuszy z 565 obejmujących obszar Polski. Zakłada się, że w następnych latach wysiłek produkcyjny będzie jeszcze większy. Udział inwestorów pozarządowych w fazie wykonawczej programu pozwoliłby skrócić czasową perspektywę jego zakończenia i znacznie zredukować koszty jego wykonania.**

**Płk Eugeniusz Sobczyński, szef Zarządu Geografii Wojskowej**

zwolni nam właściwie wypełniać obowiązki „państwa-gospodarza”, co wiąże się m.in. z zapewnieniem siłom zbrojnym sojuszników standardowych produktów geograficznych na wypadek wspólnych operacji obejmujących obszar kraju. Podjęty przez stronę polską kierunek działania jest całkowicie zbieżny z interesem narodowym. W tym kontekście przygotowywane cyfrowe zasoby informacji geograficznej należy traktować jako czynnik wzmocnienia własnego potencjału obronnego.

**P**odejmując trud wytworzenia nowych produktów geograficznych, należy podkreślić, że są to programy czasochłonne i kosztowne, wymagające szczególnie racjonalnego podejścia. Efektywnym sposobem wpływającym zasadniczo na redukcję kosztów poszczególnych programów jest ich łączenie. Tak uczyniono w przypadku VMap2, które są cyfro-



Rys. 1. Istota projektu

wymi odpowiednikami mapy topograficznej w skali 1:50 000. Przeprowadzone analizy wykazały, iż zakresy informacyjne obu produktów pokrywają się w około 85%. Było to podstawowym motywem zaprojektowania technologicznej bazy danych geoprzestrzennych, której zasoby informacyjne pozwolą na opracowanie standardowego produktu cyfrowego, a także przyszłych wydań analogowej mapy topograficznej.

Realizacja celu, którego istotę przedstawiono na rysunku 1, wymagała utworzenia sumy logicznej schematów pojęciowych obu rozważanych produktów oraz uwzględnienia specyficznych dla nich wymogów technologicznych. Przewiduje się także uzyskanie metodą generalizacji kolejnego produktu analogowego – mapy w skali 1:100 000.

Jądrzem i obligatoryjnym komponentem schematu bazy danych jest ta jego część, która całkowicie pokrywa zakres informacyjny VMap2. Działania redukcyjne spowodowałyby utratę statusu standardu. Koniecznością natomiast było zdefiniowanie elementów dodatkowych – rozszerzeń, pozwalających na wydanie mapy topograficznej.

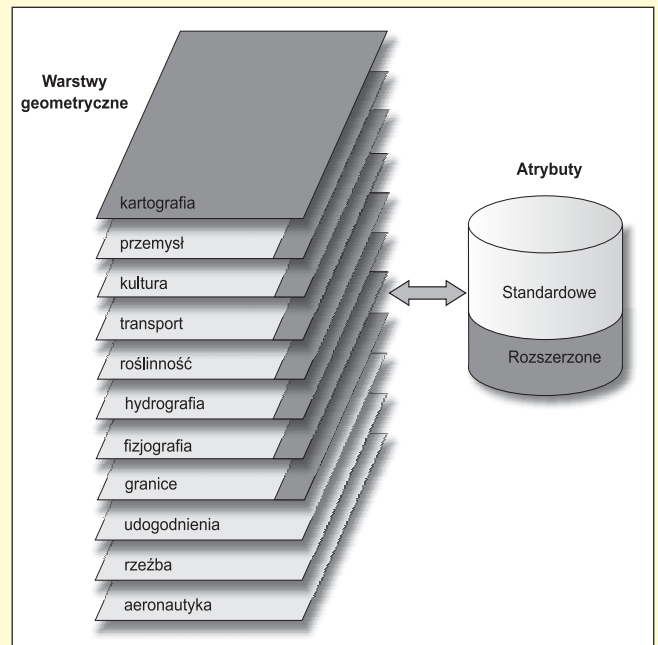
Oprócz materiału podstawowego przy realizacji projektu wykorzystywane są tematyczne bazy wytworzone wcześniej w Służbie Topograficznej WP, jak np.:

- baza danych o liniach kolejowych;
- baza danych o liniach energetycznych;
- baza danych o mostach;
- baza danych o drogach;
- baza jezior polskich.

Użycie materiałów uzupełniających ma na celu zwiększenie kompletności atrybutów, wzrost dokładności geometrii symboli wektorowych, a także aktualizację materiału podstawowego.

Znaczne przyspieszenie zbierania danych można uzyskać, wykorzystując dane technologiczne numerycznego modelu terenu, które posłużyły do przygotowania standardowego produktu DTED2. W szczególności znajdują tu zastosowanie warstwy wektorowe, które po korekcie geometrii i wprowadzeniu wysokości do atrybutu mogą być włączone do bazy danych.

Do dokonując pewnego uproszczenia, strukturę danych można przedstawić jak na rysunku 2 – w postaci stosu warstw geometrycznych sprzężonych z atrybutami. Standardowe warstwy VMap2 zostały tu rozszerzone o 32 dodatkowe obiekty. Spełnienie wymogów procesu przygotowania do druku wymagało zdefiniowania całkowicie nowej warstwy określonej



Rys. 2. Struktura danych

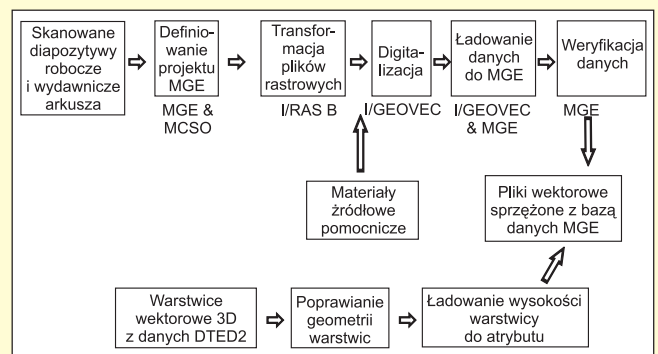
jako warstwa kartograficzna. Zawiera ona wszystkie graficzne elementy tekstowe, marginalia, siatki kartograficzne i pozostałe elementy technologiczne wymagane w procesie przygotowania do druku. Nazewnictwo poddawane jest redakcji na etapie wprowadzania (zbierania) danych.

Rozszerzeniu podlegały również atrybuty. Można tu mówić o atrybutach nowych obiektów oraz dodatkowych atrybutach obiektów już zdefiniowanych w standardowym schemacie VMap2. Do obu kategorii należy łącznie 57 obiektów, co szacunkowo rozszerza bazę charakterystyk opisowych o 25%. Znacząco rozszerzono również, określone w oryginalnej specyfikacji, dziedziny atrybutów.

Do wdrożenia projektu przewidziane jest modułowe środowisko geograficzne MGE oferowane przez Intergraph. Można tu wyróżnić trzy etapy technologiczne wymagające odrębnych narzędzi.

#### Zbieranie (digitalizacja) danych:

- I/Geovec, IRasB;
- MGE Basic Nucleus;
- MGE Base Mapper;
- MGE Basic Administrator;
- Oracle 8.0;
- RIS.



Rys. 3. Technologia zbierania danych

**Przetworzenie do VPF:**

- Dynamo;
- VPF Software.

**Proces przygotowania do druku:**

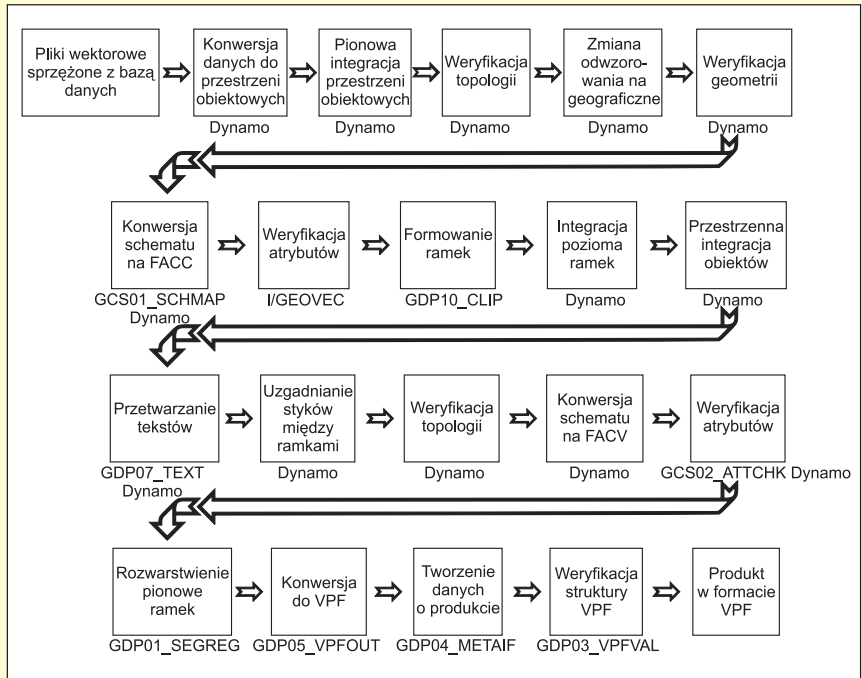
- I/Plot Client;
- I/Plot Server;
- I/Plot Raster Driver;
- MGE Map Finisher;
- MGE Map Publisher.

Zbieranie danych, przedstawione schematycznie na rysunku 3, oparto na pakiecie wektoryzacji półautomatycznej I/Geovec, posiadającym również możliwość wprowadzania i edycji atrybutów. Warstwy wektorowe, z wyjątkiem rzeźby terenu i warstwy kartograficznej, wektoryzowane są w jednym pliku, co ułatwia tworzenie wspólnej geometrii dla obiektów przestrzennie do siebie przylegających. Dane I/Geovec przenoszone są do modelu danych MGE, gdzie następuje diagnostyka i korekta błędów geometrycznych, których eliminacja jest warunkiem sprawnego wytworzenia struktury VPF.

Wynikiem etapu wprowadzania danych są właściwe dla modelu danych MGE wektorowe pliki geometryczne sprzężone z atrybutami utrzymywany w relacyjnej bazie danych. Obowiązuje tu podział arkuszowy, wyrażający się w relacji – jeden projekt MGE obejmuje zasięg przestrzenny jednego arkusza mapy źródłowej. Ta postać danych jest przedmiotem ich wymiany i archiwizacji, a także zasilania procesu wytwarzania VPF i przygotowania do druku.

**W** technologii wytwarzania VPF, której schemat przedstawiono na rysunku 4, bezpośredni wykonawca przeprowadza procesy generowania, weryfikacji i integracji struktur topologicznych oraz diagnostykę ewentualnych błędów geometrycznych. Wykryte błędy poprawiane są również w warstwach wektorowych, uzyskanych po etapie zbierania danych. Istotnym elementem procedury wytwarzania VPF są konwersje schematu pojęciowego bazy danych, który na etapie zbierania danych może być praktycznie dowolny. Ten schemat „roboczy” zostaje przetworzony do FACC, co wymaga wypełnienia stosownej tabeli przekodowania klas obiektów i atrybutów. FACC jest schematem pośrednim i w jednym z kolejnych kroków przetwarzany jest do FACV. Wykonywana jest również kontrola integralności atrybutów, uzgodnienia styków, wycinanie ramek. Etap finalny to generowanie formatu VPF i jego weryfikacja.

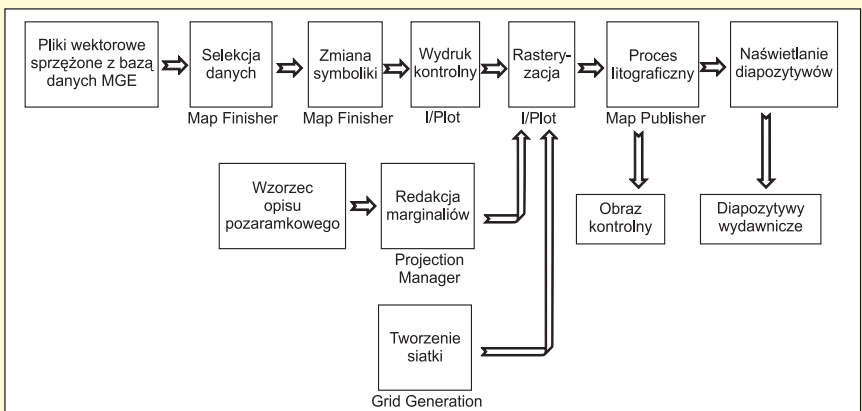
**R**ysunek 5 przedstawia schemat procesu, którego celem jest przygotowanie do druku mapy topograficznej. Etap ten wymaga uzupełnienia wektorowej warstwy kartograficznej o generowane siatki oraz marginalia uzyskiwane przez częściowo zautomatyzowaną edycję wzorca. W wyniku rasteryzacji wyróżnionych klas symbolicznych i procesu



Rys. 4. Technologia wytwarzania danych w VPF

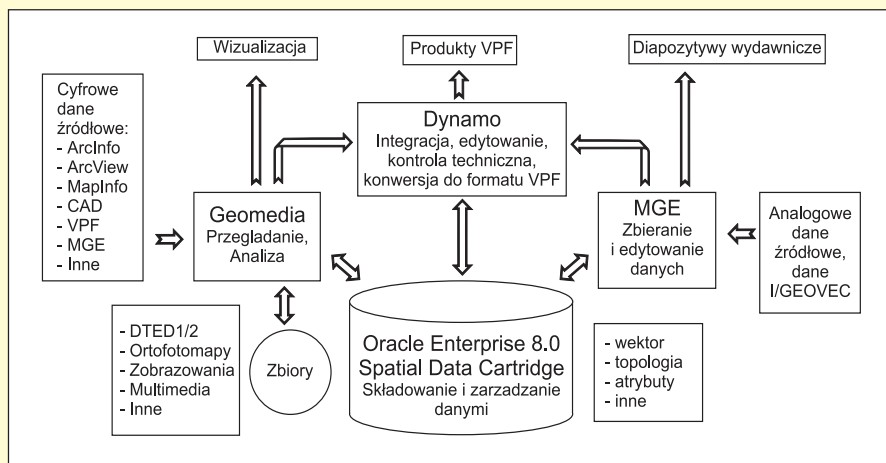
litograficznego wytwarzane są pliki sterujące naświetlarką. Powstaje tu także obrazowy plik kontrolny, pozwalający na kartograficzną weryfikację poprawności wyników procedury wydawniczej przy niewielkich kosztach materiałowych.

**E**fektywne zarządzanie danymi przestrzennymi o wolumenie właściwym dla prawie sześciuset arkuszy mapy topograficznej wymaga wydajnego środowiska technologicznego. Po konsultacjach, wszechstronnej analizie i testach dostępnych rozwiązań jako środowisko utrzymywania geometrii i atrybutów wybrano system relacyjnej bazy danych Oracle Enterprise 8.0 ze Spatial Data Cartridge. Oprócz tradycyjnych już mechanizmów, jak przywileje dostępu, archiwizacja, praca w sieci, przetwarzanie transakcyjne itd., przyjęte rozwiązanie oferuje typy danych o zmiennej długości, aparat indeksowania przestrzennego, a także możliwość utrzymywania kilku wersji danych. Wszystko to czyni je użytecznym do utrzymywania danych przestrzennych zapisanych dotychczas w modelu wektorowym. Otoczenie aplikacyjne bazy danych geoprzestrzennych i jego funkcje schematycznie przedstawiono na rysunku 5.



Rys. 5. Technologia procesu przygotowania do druku

ku 6. Zagwarantują one realizację czynności technologicznych przewidywanych we wdrożeniu projektu, a także sprawne utrzymywanie, eksploatację i przyszłą aktualizację bazy danych VMap2. Baza ta 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.



Rys. 6. Geoprzestrzenna baza danych

**Mjr dr Piotr Przybyliński** jest głównym inżynierem Wojskowego Ośrodka Geodezji i Teledetekcji. Odpowiada za wszystkie aspekty techniczne działalności Ośrodka. Kieruje pracą zespołów opracowujących cyfrowe dane geograficzne dla potrzeb Sił Zbrojnych RP.

#### BIBLIOGRAFIA

1. *Interface Standard for Vector Product Format*, Department of Defence, MIL-STD-2407, Washington 1996
2. *The Digital Geographic Information Exchange Standard, Part 1, General Description*, Digital Geographic Information Working Group, Department of National Defence, Canada 1997
3. *The Digital Geographic Information Exchange Standard, Part 2, Theoretical*

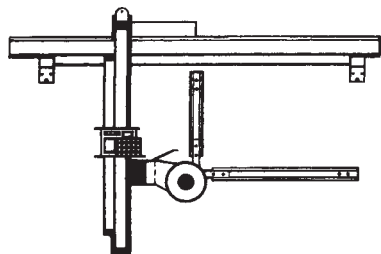
*Model, Exchange Structure and Encapsulation Specification*, Digital Geographic Information Working Group, Department of National Defence, Canada 1997

4. *The Digital Geographic Information Exchange Standard, Part 3, Codes, Parameters and Tags*, Digital Geographic Information Working Group, Department of National Defence, Canada 1997

5. *The Digital Geographic Information Exchange Standard, Part 4, Feature and Attribute Coding Catalogue*, Digital Geographic Information Working Group, Department of National Defence, Canada 1997

6. *Vector Smart Map Level 1, Military Specification MIL-V-89031*, Defence Mapping Agency, Washington D.C. 1994

7. *Vector Smart Map Level 2, Military Specification MIL-V-89032*, National Imagery and Mapping Agency, Washington D.C. 1997



# NEO-POL

## E k s p o r t - I m p o r t

40-541 Katowice, ul. Rzepakowa 1A, tel./faks (0 32) 202-55-03  
 Importer i autoryzowany dealer włoskich firm Neolt, Neodiazio

- Światłokopiarki pracujące w systemie amoniakalnym i wywoływaczowym
- Obcinarki uruchamiane ręcznie i mechanicznie
- Gilotyny rolkowe typu roll cut
- Składarki automatyczne

#### ■ Szafy archiwizacyjne

- Zestawy kreślarskie z oprzyrządowaniem
- Papiery światłoczułe o różnych gramaturach i rozmiarach firmy **Neodiazio**
- Kalki i folie światłoczułe firmy **Neodiazio**
- Papiery kserograficzne bezpyłowe niemieckiej firmy **Multiplan**
- Papiery i kalki ploterowe oraz techniczne firmy **Schoellershammer**



Realizujemy nietypowe zamówienia pod indywidualne potrzeby klienta