

Możliwości tworzenia przestrzennej komputerowej mapy górniczej

# Obrazy przestrzenne w górnictwie

Witold Wąsacz

Rozwój komputerowych technologii typu CAD oraz postęp techniczny w zakresie szeroko rozumianej grafiki komputerowej udostępnia nam dzisiaj narzędzia programowe, o jakich kilka lat temu można było tylko marzyć. Pozwala to na coraz bardziej realne spojrzenie w kierunku mapy „trójwymiarowej” jako produktu końcowego prac mierniczo-geologicznych. Opracowana w latach 1992-1993 w firmie MIKROZNAK technologia tworzenia i aktualizacji komputerowej mapy górniczej dzisiaj jest już stosowana z powodzeniem na skalę przemysłową w kilku kopalniach węgla kamiennego. Jako współautor tej technologii mogę powiedzieć z całą odpowiedzialnością, że skończył się już etap prób i błędów w zakresie wprowadzania nowych technologii komputerowych do kartografii górniczej. Doświadczenia nabyte podczas prac związanych z opracowywaniem technologii komputerowej mapy górniczej wskazują jednoznacznie, w jaki sposób należy badać możliwości wprowadzania grafiki komputerowej do zastosowania przemysłowego. W pierwszym rzędzie należy zdefiniować wymagania formalnoprawne danej technologii, następnie zbadać, czy technologia ta spełni te warunki, a w drugim etapie zdefiniować pojęcia podstawowe jej dotyczące i opracować sposób stosowania danej technologii na skalę przemysłową. Opracowana technologia komputerowej mapy górniczej badana była zarówno pod względem zgodności z przepisami Prawa górniczego, jak i Normy Polskiej, a w tym — pod względem dokładności tworzonej mapy. Zawiera ona w sobie standard komputerowej mapy górniczej dotyczący sposobu segregowania informacji o kopalni w konkretnych warstwach informacyjnych. Standard ten jest niezależny od systemu graficznego, w jakim wykonywana jest mapa.

Technologia komputerowej mapy górniczej w trakcie jej tworzenia opierała się na dwóch współrzędnych płaskich XY, co uwarunkowane było istniejącymi możliwościami w zakresie oprogramowania, jak i zakresem samych badań. Obecnie prace badawcze nad rozwojem tej technologii idą dalej w kierunku wykorzystania współrzędnej Z. Aby jednak można było mówić o przemysłowym stosowaniu mapy przestrzennej w praktyce miernictwa górniczego, należy określić możliwości oprogramowania i pojęcia podstawowe z zakresu tematyki grafiki przestrzennej, w szczególności kartografii komputerowej. Niniejszy artykuł jest próbą usystematyzowania różnych sposobów otrzymywania obrazów przestrzennych za pomocą narzędzi grafiki komputerowej. Intencją moją jest pobudzenie środowiska geodetów i geologów górniczych do dyskusji nad celami tworzenia map przestrzennych i zdefiniowania pojęć akceptowanych przez ogół. Wiele z podanych niżej określeń może budzić kontrowersje, lecz w celu osiągnięcia efektu końcowego od czegoś trzeba zacząć. Pragnę zaznaczyć, że niniejszy materiał jest efektem wielu doświadczeń z różnymi programami graficznymi, a także konkretnych prac użytkowych. Rezultaty niektórych prac badawczych w zakresie komputerowej mapy górniczej były prezentowane w ramach III Dni Miernictwa Górniczego we wrześniu tego roku.

## 1. Wizualizacja przestrzeni trójwymiarowej

Tak jak mapa płaska jest rzutem powierzchni terenu na pewną powierzchnię płaską, w jakimś obrębie, tak i mapa trójwymiarowa tworzona komputerowo lub ręcznie też musi być takim rzutem, lecz w innej technice otrzymanym.

### 1.1. Izolinie powierzchni w rzucie poziomym i przestrzennym

Sposób przedstawienia powierzchni terenu w rzucie płaskim w formie izolinii jest jednym z najstarszych znanych w kartografii. Wprowadzenie komputerów do obliczeń izolinii powierzchni umożliwia szybkie i wielowariantowe obliczenie izolinii w oparciu o zadane punkty. Problemem technicznym jest jedynie sposób obliczenia przebiegu izolinii i dokładność ich wyznaczenia. Jest to szczególnie istotne przy pracach projektowych i prognostycznych. Zastosowanie komputerów i technik CAD pozwala przedstawić izolinie powierzchni geometrycznych zarówno w rzucie poziomym na dowolną płaszczyznę, jak i w rzucie aksometrycznym, w celu pokazania przestrzennego przebiegu tych izolinii. Ilość dostępnych na rynku programów realizujących to zadanie jest duża i wybór narzędzia obliczeniowego zależy od upodobań danego użytkownika (inżyniera). Do najbardziej znanych programów umożliwiających współpracę ze środowiskiem CAD należy program Surfer. Należy też zwrócić uwagę na nowe narzędzie DTM, który to program pozwala na bardzo nowoczesne opracowywanie izolinii terenu na podstawie danych pomiarowych. Dzięki możliwości ręcznej ingerencji w sposób interpolacji izolinii wydaje się, że jest to bardzo dobre narzędzie do pracy w środowisku pakietu AutoCAD.

### 1.2. Model bryłowy siatkowy liniowy

Model bryłowy siatkowy liniowy pozwala przedstawić powierzchnię geometryczną jako zbiór wielu małych kwadratów lub trójkątów, których wierzchołki tworzą siatkę, obrazującą przebieg i położenie płaszczyzn opisujących tę powierzchnię. Jakość wizualizacji zależy od ilości elementów opisujących wygląd powierzchni. Ten rodzaj wizualizacji służy bardziej do celów analizy jakościowej niż ilościowej, ze względu na małą możliwość wykorzystania struktury graficznej.

### 1.3. Model bryłowy siatkowy płaszczyznowy

Model ten różni się od modelu opisanego w pkt. 1.2. tym, że kwadraty lub trójkąty opisujące powierzchnię geometryczną są przedstawione nie jako linie (boki) figury płaskiej, lecz jako powierzchnie o różnej lub jednakowej barwie. Uzyskany w ten sposób obraz przestrzeni jest bardziej plastyczny i łatwiejszy do interpretacji jakościowej.

### 1.4. Model bryłowy siatkowy wygładzony płaszczyznowy

W celu osiągnięcia maksymalnego uplastycznienia efektu wizualizacji obrazu przestrzeni trójwymiarowej stosuje się metody wygładzania kanciastych obrazów powierzchni opisanych w punktach 1.2. i 1.3. Metoda ta pozwala na otrzymanie rysunku terenu najbardziej zbliżonego wyglądem do rzeczywistości, aczkolwiek

nie zachowuje ona dużej dokładności i jest przydatna bardziej dla celów poglądowych i estetycznych niż inżynierskich. Jej główne wykorzystanie to grafika komputerowa prezentacyjna.

### 1.5. Model bryłowy sieci przestrzennych

Często spotykanym zagadnieniem jest sposób przedstawienia struktury sieciowej w formie przestrzennej z ubryłowaniem linii sieci. W zakresie miernictwa górniczego bardzo dobrym przykładem jest sieć przestrzenna wyrobisk górniczych kopalni. Metody ręcznego sporządzania rzutów aksonometrycznych liniowych wyrobisk górniczych są bardzo pracochłonne i często nie przynoszą spodziewanych efektów. Wprowadzenie technik komputerowych pozwala na szybką i wielowariantową wizualizację przestrzenną wyrobisk liniowych z możliwością powiązania struktury graficznej z bazami danych.

## 2. Zastosowania rysunków „przestrzennych”

Wprowadzenie do przemysłowego stosowania technik obliczeń numerycznych powierzchni i technik CAD pozwala na rozwiązywanie wielu złożonych i bardzo trudnych do realizacji technikami tradycyjnymi problemów inżynierskich.

### 2.1. Miernictwo górnicze

■ Mapy izolinii. Możliwość komputerowego tworzenia map przestrzennych pozwoliła na zasadniczą zmianę sposobu ich opracowywania. Wielowariantowe i ciągle aktualizowane mapy izolinii różnych parametrów złoża pozwalają na lepsze jego wykorzystanie. W szczególności, dla zastosowań kartografii górniczej, poleca się tworzenie map izolinii zalegania złoża, miąższości złoża, gdyż dane te pochodzą zarówno z pomiarów geodezyjnych, jak i geologicznych. Obecnie istnieją również warunki do tworzenia map izolinii zalegania i miąższości złoża bezpośrednio w oparciu o komputerową mapę górniczą w środowisku CAD, jako nakładkę tematyczną. Wraz z postępem wyrobisk złoża, a tym samym lepszym rozpoznaniem złoża generuje się nowe izolinie, o coraz większej dokładności opisaną parametrów złoża.

■ Przekroje inżynierskie. Opracowane w środowisku CAD mapy izolinii pozwalają na tworzenie przekrojów inżynierskich i geologicznych. Prezentacja graficzna sieci wyrobisk udostępnia nowe możliwości przedstawienia oraz projektowania ich przebiegu i realizacji.

■ Deformacje powierzchni. Dotychczasowe możliwości stosowania komputerów do prognozowania deformacji terenu w dość ograniczony sposób umożliwiały współpracę ze środowiskiem graficznym typu CAD. Rozwój oprogramowania inżynierskiego dla technologii CAD oraz wprowadzenie map w środowisko graficzne systemów komputerowych pozwalają na pełną realizację zagadnień związanych z ochroną powierzchni i prognozowaniem deformacji terenu. Stosowanie technologii CAD pozwala na opracowywanie zaktualizowanych map powierzchni terenów górniczych zarówno w technice hybrydowej, jak i wektorowej, z wystarczającą dla tych celów dokładnością. Przykładem tego może być opracowanie mapy sytuacyjno-wysokościowej kopalni „Wieczorek” w oparciu o pomiary geodezyjne, prognozę obniżen i podkład rastrowy. Łatwość przedstawiania izolinii deformacji z możliwością złożenia ich z dowolną treścią mapy wyrobisk górniczych lub mapy powierzchni otwiera nowe możliwości przed prognozowaniem i analizą wpływu eksploatacji górniczej na powierzchnię.

■ Modelowanie terenu. Modelowanie przestrzenne terenu, w oparciu o wykorzystanie technik komputerowych, wiąże się z wpływem eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu górniczego. Model powierzchni Ziemi powiązany z modelem powierzchni niecki osiadań pozwala na łatwą i szybką analizę po-

wstawiania zalewisk i obniżeń terenu w skali makro. Technologia modelowania przestrzeni jest przydatna głównie dla graficznego i przejrzystego przedstawienia zjawisk związanych z eksploatacją górniczą w formie czytelnej dla laików.

### 2.2. Geologia a mapa przestrzenna

Geologia, szczególnie górnicza, wsparta technikami CAD uzyskała możliwość szybszego i lepszego opracowywania analiz złoża. Tworzenie map izolinii różnych parametrów złoża jest obecnie proste i pozwala na wielowariantowe opracowywanie danych. Zastosowanie zaawansowanych programów inżyniersko-graficznych w powiązaniu z komputerową mapą górniczą, pozwala na tworzenie bardzo złożonych struktur graficznych, pozwalających na lepszą prezentację przestrzeni złoża, a tym samym lepszą jego analizę. Zakres zastosowań technik CAD i komputerowej mapy górniczej w geologii jest bardzo szeroki i trudno jest wskazywać konkretne zastosowania szczegółowe, tym bardziej że dynamiczny rozwój oprogramowania pozwala na coraz to szerszy zakres zastosowań. Należy jednak zwrócić uwagę na fakt, że w chwili obecnej nie jest bez znaczenia wykorzystywanie takich programów, które pozwolą pozyskiwać dane bezpośrednio z komputerowej mapy górniczej. Rozwój technik tworzenia map numerycznych w zakresie geodezji powierzchniowej (mapy sytuacyjno-wysokościowe, własnościowe, topograficzne i inne) wymusi powstanie takich map w zakresie geodezji górniczej, bo trudno wyobrazić sobie łączenie nowoczesnej techniki komputerowej z ręcznym kreśleniem struktur geologicznych na podkładzie z plotera. Słabe wykorzystanie techniki CAD w geologii wynika głównie z braku informacji o możliwościach nowych programów, jak i ich niedawnego ukazania się na rynku. Trudno jednak wyobrazić sobie rozwój geologii bez łączności z komputerową mapą górniczą.

### 2.3. Inżynieria górnicza

Pod pojęciem inżynierii górniczej kryją się różne dziedziny inżynierskie występujące w górnictwie. Rozwój technologii komputerowej mapy górniczej i technik tworzenia map przestrzennych wpływa nieuchronnie na rozwój technologii graficznych stosowanych w innych dziedzinach inżynierskich, poza geodezją i geologią górniczą. Bardzo dobrym przykładem tego jest zastosowanie technik CAD w połączeniu z obliczeniami inżynierskimi w zakresie wentylacji kopalń. Połączenie schematu przestrzennego wyrobisk z procedurami obliczeniowymi pozwala na szybkie i wielowariantowe analizy wentylacji.

## 3. Podsumowanie

Możliwości tworzenia i zastosowania map przestrzennych w górnictwie wskazują, że rozwój tych technik jest nieuchronny i konieczny. Zmieniające się bardzo dynamicznie parametry dzisiejszych komputerów osobistych klasy PC pokazują, że dla zastosowań inżynierskich wystarcza w zupełności ten standard maszyn liczących. Instalowane w oparciu o nie systemy graficzne i obliczeniowe są w pełni wystarczające dla rozwiązywania wielu zagadnień inżynierskich, co prawda nie istnieje idealne oprogramowanie, pozwalające na 100-procentowe opracowanie każdego problemu technicznego, lecz dzisiejsze możliwości oprogramowania zaspokajają te potrzeby w około 80%. W szczególności środowisko pakietu graficznego AutoCAD pozwala na wiele, czasem niekonwencjonalnych, opracowań inżynierskich. Jego otwartość i możliwość wsparcia oprogramowaniem zewnętrznym, o stosunkowo łatwym sposobie tworzenia, wskazuje na stosowanie tego oprogramowania dla zastosowań inżynierskich w górnictwie. Ważne jest również to, że jest to oprogramowanie łatwe do opanowania tak dla inżyniera, jak i przeciętnego kreslarza.