

Edward POPIOŁEK, Artur KRAWCZYK, Ryszard HEJMANOWSKI
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

WYBRANE ASPEKTY ZASTOSOWAŃ SYSTEMÓW INFORMATYCZNYCH W PRACY DZIAŁÓW MIERNICZO- GEOLOGICZNYCH

Streszczenie. W referacie scharakteryzowano genezę pierwszych zastosowań informatyki w działach mierniczo-geologicznych. Dokonano przeglądu stosowanego oprogramowania w górnictwie podziemnym. Scharakteryzowano systemy informatyczne pod względem skali stosowanych rozwiązań oraz użytkowanych aplikacji i formatów danych. Wskazano na prawne i technologiczne aspekty stosowania oprogramowania do prowadzenia zasobu cyfrowych map górniczych. Omówiono problematykę wdrożeń nowoczesnych rozwiązań informatycznych, takich jak systemy informacji o terenie górniczym. Na zakończenie referatu szczegółowo przedstawiono bieżące kierunki rozwoju geoinformatyki w aspekcie jej wykorzystania w pracy działów mierniczych.

CHOSEN PROBLEMS OF INFORMATION SYSTEMS APPLICATION IN THE MINING SURVEY DEPARTMENTS

Summary. In the paper first attempt to using informatics in the field of mining areas protection was characterized. The pioneering work with informatics technique in that field was described with comparing to the other science centre's. The software for post mining deformation calculation and databases designed for infrastructure information handling was presented. At the end of paper actual research directions of software development was discussed.

1. Wstęp

Zagadnienie zastosowania technik informatycznych w pracy działów mierniczych pojawiało się wraz z upowszechnieniem komputerów osobistych w połowie lat 80. XX w. Wraz z pojawieniem się na krajowym rynku komputerów 3 generacji wyposażonych w aplikacje CAD (Computer Aided Design) oraz aplikacje biurowe i geodezyjne znacząco zaczęło rosnąć wykorzystanie technik informatycznych. Drugim czynnikiem powodującym

istotny wzrost zastosowań technik informatycznych (zwłaszcza w kopalniach odkrywkowych) była instalacja oprogramowania wspomagającego numeryczne modelowanie złoża. Pociągnęło to za sobą od razu informatyzację procesu tworzenia dokumentacji mierniczo-geologicznej. W ostatnich latach w celu rozwiązania niektórych zagadnień dotyczących wpływów eksploatacji przygotowano wiele rodzajów programów wykonujących cząstkowe zadania, takie jak np. prognozowanie przemieszczeń i deformacji górotworu, czy też ewidencję obiektów budowlanych.

Jednak w miarę upływu lat coraz wyraźniej rysuje się wspólny czynnik spajający różne dziedziny w jeden obszar badań – tym czynnikiem jest informacja przestrzenna (geoinformacja) przetwarzana m.in. za pomocą oprogramowania geoinformacyjnego. Z tego powodu w ostatnich latach w Katedrze Ochrony Terenów Górniczych i Geoinformatyki podjęto wiele prac badawczych, mających na celu opracowanie metod wdrożenia technik geoinformacyjnych w dziedzinie ochrony terenów górniczych.

2. Historia zastosowania technik informatycznych w polskim górnictwie

Opracowane w przeszłości aplikacje koncentrowały się zazwyczaj na rozwiązywaniu pojedynczych zagadnień. Informatyka była wykorzystywana bezpośrednio do wspomaganie realizacji konkretnych zadań. Zarówno metody pozyskiwania danych, jak i ich przetwarzania praktycznie nie ulegały zmianom. Generalnie oprogramowanie w tym czasie można podzielić na kilka rodzajów:

- od początku lat 70. wykonywane są aplikacje do obliczania prognoz deformacji górotworu,
- od początku lat 90. jest kontynuowany rozwój zastosowania systemów informatycznych typu CAD do prowadzenia zasobów kartograficznych map górniczych,
- również od początku lat 90., coraz częściej wykorzystywane są możliwości budowy baz danych o stanie infrastruktury terenu górniczego,
- w połowie lat 90. pojawiły się pierwsze koncepcje łączenia poszczególnych programów w systemy informatyczne - GIS.

Od wielu lat w publikacjach dotyczących wpływów eksploatacji górniczych, a zwłaszcza w pozycjach przeglądowych czy monografiach, praktycznie zawsze znajduje się rozdział

poświęcony aktualnie stosowanym programom komputerowym. Z bardziej istotnych aplikacji opracowanych w latach 80. i 90. można wyróżnić stale unowocześniane autorskie programy do prognozowania szkód górniczych: J. Białka, B. Drzęzli, R. Hejmanowskiego, E. Jędrzejca, W. Kiełbasiewicza i W. Piwowskiego. Większość z opracowanych wtedy programów obliczeniowych pracowała w trybie konsoli.

W związku z pojawieniem się w latach 90. Graficznego Interfejsu Użytkownika (GUI) część z wyżej opisanych programów została zmodernizowana w kierunku możliwości obsługi programu przez operatora z użyciem interfejsu GUI oraz dodatkowo została wyposażona w możliwości graficznej prezentacji wyników obliczeń.

3. Zagadnienia związane z mapami wyrobisk górniczych

Aplikacje typu CAD szybko stały się podstawową platformą do prowadzenia prac nad metodyką i implementacją numerycznego zasobu map górniczych w zakładach górniczych. W ciągu ostatnich kilkunastu lat w różnych jednostkach w Polsce powstało wiele zestawów programowych i aplikacji umożliwiających wykorzystanie systemów CAD do prowadzenia numerycznego zasobu map górniczych. Wszystkie te implementacje borykają się z jednym podstawowym problemem: brakiem wytycznych technicznych regulujących informatyczne aspekty wdrożenia map cyfrowych.

Do końca 2007 roku PKN (Polski Komitet Normalizacyjny) opublikował 9 znowelizowanych norm z serii Mapy Górnicze. Szczególnie istotną normą jest norma oznaczona PN-G-09000-1:2002 „Mapy górnicze – podział i terminologia”. Definiuje ona terminologię związaną z kartografią górniczą. W stosunku do starych norm zmodyfikowano kilka pojęć oraz wprowadzono nowy rodzaj mapy specjalnej. Ważną nowość wprowadziła norma PN-G-09001:2003 „Definicje, wzorce i symbole barw”. W ramach tej normy podano po raz pierwszy definicje kolorów, nadające się bezpośrednio do zastosowania w systemach komputerowych. Przedstawiono jedną tabelę, w której każda barwa jest reprezentowana w 3 systemach: tradycyjnym Ostwalda oraz dwóch nowych – ACI oraz RGB. Szczególnie ten ostatni system definicji kolorów jest istotny, ponieważ w tym systemie (RGB) można zdefiniować ponad 16 mln kolorów i jest on faktycznie powszechnie używany w systemach komputerowych obsługujących dane graficzne. Nowelizację tę można ocenić jako udaną (choć wkradły się dwa błędy w definicji kolorów RGB) i jak najbardziej zasadną. Nowością nowelizowanej serii norm mają być opracowane od podstaw trzy nowe normy:

- 1) PN-G-09022 - Umowne znaki osnowy geodezyjnej
- 2) PN-G-09023 - Karta tytułowa
- 3) PN-G-09024 - Umowne znaki ochrony terenu górniczego

Dość istotna będzie norma dotycząca ochrony terenu górniczego. W dziedzinie tej bowiem daje się odczuć brak wielu definicji oznaczeń graficznych dla pewnych pojęć. Jednym z nich jest np. odporność obiektów na pogórniczne wstrząsy sejsmiczne. Korzystnym zjawiskiem przy opracowywaniu tej normy byłoby wykorzystanie istniejących symboli graficznych, dotyczących niektórych zjawisk z dziedziny ochrony terenów górniczych. Dobrym przykładem może być zjawisko leja depresji czy granic obszaru górniczego. Pojedyncze definicje znaków z tej dziedziny występują w opracowanych instrukcjach geodezyjnych GUGIK (mapa sozologiczna) oraz wytycznych PIG (mapa hydrogeologiczna). Niestety, w każdej z tych map zastosowano inny symbol na oznaczenie granicy obszaru górniczego, czy leja depresji. Zakładając, że można ujednoczyć znaki umowne, to nawet wtedy wykorzystanie tych znaków nie będzie łatwe, z powodu definicji kolorów, która w przypadku mapy sozologicznej (GUGIK) jest oparta na systemie kodowania barw standardu CMYK. Można więc przypuszczać, że niektóre zjawiska wpływów eksploatacji górnicy na środowisko zostaną opracowane niezależnie przez 3 różne instytucje państwowe. Oczywistym uzasadnieniem takiego podejścia jest różnica dziedzin, w których te materiały kartograficzne są wykorzystywane oraz przeznaczenie (status prawny) tych materiałów. Konsekwencją takiego podejścia jest powstanie systemów informacji, w których praktycznie te same dane będą różniły się co do sposobu definicji (często nieznacznie) oraz prezentacji danego zjawiska. Nawet nie biorąc pod uwagę problemów technicznych (różne formaty danych stosowane przez różne platformy programowe GIS) różnice w definicji oraz prezentacji tego samego zjawiska stanowią istotny problem w wymianie i wykorzystaniu danych.

Ciekawe zagadnienie stanowić będzie niewątpliwie opracowanie normy, dotyczącej znaków osnowy geodezyjnej. W tym bowiem wypadku od razu narzuca się chęć porównywania przyszłej definicji osnowy geodezyjnej zakładu górniczego z definicjami zawartymi w instrukcji K-1 „Mapa zasadnicza”. W porównaniu tym nie chodzi o wygląd czy kształt znaków, ale metodę (sposób) ich definicji. Podstawową różnicą jest stosowanie jednej metody definicji znaków umownych. Różnice te wynikają ze sposobu definicji znaków umownych w kontekście technologii informatycznych. Generalnie można wyróżnić obecne następujące metody:

1. odwzorowanie grafiki – kartografia tradycyjna,
2. odwzorowanie grafiki z atrybutami nieprzestrzennymi (w tym opisowymi) – kartografia numeryczna,

Odwzorowanie grafiki jest powszechnie łatwe w zrozumieniu, stosowane od dziesiątek lat w kartografii tradycyjnej (Ad 1). Definiowany jest wzorzec znaku, który następnie powielany jest na arkuszach map. W ten właśnie sposób zdefiniowane były stare normy map górniczych i tak samo są zdefiniowane znaki również w ich nowelizowanych odpowiednikach. W tej sytuacji stosowanie tego typu norm w systemach kartografii cyfrowej pozwala na dużą dowolność interpretacji. Nie jest bowiem nawet określony model danych numerycznych, w jakim ma zostać odwzorowany znak (model rastrowy czy wektorowy).

Tymczasem instrukcja K-1 została skonstruowana pod kątem zastosowania jej w kartografii numerycznej (Ad 2). Najlepiej to oddaje paragraf 26 tej instrukcji: „Docelową postacią mapy zasadniczej w SIT jest jej postać numeryczna: wektorowa, związana z bazą informacji o obiektach”.

Każdy znak umowny zdefiniowany w tej instrukcji otrzymał swój kod, identyfikator, zestaw atrybutów opisowych i tekstowych. W rozdziale „wymagania w stosunku do systemów informatycznych” narzucone zostały ogólne wymagania co do systemów informatycznych, obsługujących numeryczną postać mapy zasadniczej, oraz wprowadzony został obowiązek stopniowego przejścia z technik kartografii papierowej na technologię numeryczną. Ważne jest to, że norma ta wymusza zastosowanie konkretnej technologii informatycznej do obsługi mapy zasadniczej. Już to proste i krótkie założenie o tym, że elementy graficzne muszą mieć atrybuty tekstowe (nie mylić z opisami tekstowymi na mapie), powoduje wykluczenie części nieprofesjonalnego oprogramowania do rysowania obrazków map. Jednym z takich programów jest program Corel przeznaczony do obsługi rynku grafiki artystycznej, który nie posiada żadnych cech systemu informacji przestrzennej, a może służyć do rysowania i drukowania map. Wszystkich tych wymagań i metod definicji znaków niestety bardzo brakuje w nowelizacji serii norm PKN pt.: „Mapy Górnicze”, gdzie brak jest jakichkolwiek sformułowań, stanowiących podstawę do określenia wymagań w stosunku do oprogramowania.

Zatem, jeśli chodzi o stopień zaawansowania technologicznego instrukcji K-1, to stoi ona na znacznie wyższym poziomie technicznym niż znowelizowane górnicze normy map PKN. Sytuację tę oczywiście można wytłumaczyć w ten sposób, że instrukcje jako akty niższego rzędu mogą być szybciej zmieniane, a normy jako akty wyższej rangi powinny być bardziej

stabilne – praktycznie niezmiennie w czasie. Jednak nie powinny one blokować postępu technologii.

4. Próby wykorzystania zastosowania Systemów GIS w dziedzinie górnictwa

4.1. Systemy GIS w badaniach naukowych

W 1994 roku w ramach pracy dyplomowej (Krawczyk, 1994) wykonano pierwszą w Polsce aplikację systemu GIS (System MGE firmy Intergraph) do rozwiązywania zagadnień z zakresu inżynierii środowiska na terenach górniczych. W pracy wskazano na przydatność wykorzystania zaawansowanych systemów informacji przestrzennej do przetwarzania danych o przekształceniach terenów górniczych.

Warto wspomnieć wykonany w późniejszych latach system baz danych przeznaczony do rejestracji następstw podziemnej eksploatacji górniczej i przebiegu usuwania szkód górniczych. System ten wykonano w Głównym Instytucie Górnictwa w Katowicach w 1996 roku przy współpracy pracowników Katedry Ochrony Terenów Górniczych. Projekt realizowany był przez Główny Instytut Górnictwa w ramach projektu zamawianego PBZ-016-06 finansowanego przez Komitet Badań Naukowych (Muszyński, 1997).

W 1997 roku w Katedrze Ochrony Terenów Górniczych wykonano dla KWK „Andaluzja” projekt badawczy „Brzeziny” (Popiołek, 1997). W projekcie zastosowano koncepcję, polegającą na integracji dotychczasowej bazy danych systemu SIOTG „Kartoteka” z systemową bazą danych aplikacji MGE PC-2. Dzięki temu rozwiązaniu osiągnięto możliwość pracy z jednym rodzajem danych w dwóch typach środowisk: bazy danych i systemu GIS.

4.2. Pierwsze wdrożenia systemów GIS

Jedno z pierwszych wdrożeń systemu informacji o Terenie Górniczym zostało zrealizowane przez formę SHH w KGHM Polska Miedź SA Oddział Zakłady Górnicze "Polkowice - Sieroszowice". Projekt zrealizowano opierając się na technologii firm Oracle (baza danych) i Bentley Systems (grafika), przy wykorzystaniu dodatkowych własnych rozwiązań aplikacyjnych. Celem systemu było zespolenie zasobów kartograficznych kopalni zarówno dołowych, jak i dot. powierzchni terenu powierzchniowych (transformacja

wszystkich materiałów kartograficznych). Osiągnięta elastyczność tej technologii pozwoliła na jednoczesną pracę z zasobem map branżowych oraz map z państwowego zasobu geodezyjnego i kartograficznego. W drugim etapie wdrożono bazę danych o pomiarach deformacji terenu. Baza została opracowana dla pomiarów w liniach obserwacyjnych, pomiarów punktów rozproszonych. Zatem system objął swoim zakresem jedynie kartografię oraz pomiary deformacji terenu.

Kolejne wdrożenie Systemu GIS nie dotyczyło bezpośrednio działu mierniczego, jednak warto o nim wspomnieć. Firma BMT Cordah Sp. z o.o. opracowała numeryczny system informacji o składowisku Żelazny Most oraz bazy danych geodezyjnych, geologicznych, hydrogeologicznych i geofizycznych na zlecenie Zakładu Hydrotechnicznego, spółki KGHM Polska Miedź SA. Celem tego systemu jest gromadzenie, weryfikacja, aktualizacja, przetwarzanie i udostępnianie tematycznych bloków danych, pochodzących z procesu monitorowania składowiska Żelazny Most. SYZEM opracowany został przy wykorzystaniu systemu zarządzania bazą danych firmy ORACLE z rozszerzeniem przestrzennym oraz narzędzi firmy Bentley, służących do budowy systemów GIS.

5. Zaawansowane rozwiązanie Systemów Informacji o Terenie Górniczym

Najbardziej kompleksowe oraz zaawansowane jest realizowane obecnie wdrożenie Systemu Informacji o Terenie (SIoT) w KGHM Polska Miedź. Wdrożenie systemu realizowane jest przez firmę Intergrph przy współpracy specjalistów z Katedry Ochrony Terenów Górniczych i Geoinformatyki AGH. Wdrożenie realizowane jest z zastosowaniem nowoczesnych technik informatycznych Oracle (baza danych) i Geomedia (platforma programowa GIS) i dotyczy wszystkich aspektów związanych z zarządzaniem powierzchnią obszarów górniczych. Budowa systemu ma na celu usprawnienie procesu decyzyjnego na wszystkich szczeblach zarządzania w KGHM oraz zgromadzenie w systemie danych niezbędnych dla systemu zarządzania zagrożeniami generowanymi eksploatacją górnictwem i przeróbką rudy miedzi. Tak ogromny system został podzielony na 5 podsystemów:

Podsystem Kataster - to jednolity dla KGHM Polska Miedź SA, systematycznie aktualizowany zbiór informacji o gruntach, budynkach i budowlach, stanowiących własność KGHM Polska Miedź SA lub będących w użytkowaniu wieczystym oraz części składowe nieruchomości użytkowane bez tytułu prawnego.

Podsystem Topografia – przeznaczony jest do gromadzenia danych przestrzennych (map zasadniczych i topograficznych) w różnych formach, a także prowadzenia mapy zasadniczej. Dane z tego podsystemu są wykorzystywane jako tło do prezentacji różnych zjawisk z zakresu szkód górniczych, ochrony środowiska, katastru oraz do opracowań tematycznych.

Podsystem Ochrony Środowiska – to przede wszystkim baza danych o oddziaływaniu KGHM na środowisko naturalne, która stanowi podstawę jednolitego systemu gromadzenia, przechowywania i przetwarzania danych środowiskowych dla całego holdingu. Standaryzacja sposobów magazynowania i przetwarzania informacji pozwoli na określenie jednolitych form dostępu do tych danych i jednakowych sposobów ich prezentacji. W efekcie, dostęp do informacji o oddziaływaniu KGHM na środowisko naturalne jest bardziej kompleksowy, a zadania związane z przetwarzaniem danych, takie jak: naliczanie opłat czy tworzenie zestawień, raportów i wykresów na potrzeby sprawozdawczości są zautomatyzowane.

Podsystem Szkód Górniczych – jest ściśle związany z pozostałymi podsystemami, które funkcjonują w Systemie Informacji o Terenie KGHM. Przeznaczony jest do ewidencjonowania i śledzenia zgłoszeń szkód górniczych oraz do gromadzenia informacji o wstrząsach górotworu. Podsystem służy do wykonywania analiz zagrożenia obiektów w kontekście zarejestrowanych wstrząsów górniczych i deformacji ciągłych powierzchni terenu.

Podsystem Deformacji Terenu – pozwala na analizę stanu deformacji (archiwizacja, zarządzanie i analizowanie wyników pomiarów przemieszczeń na terenach górniczych). Kolejną funkcją tego podsystemu jest wykonywanie prognoz deformacji, przy czym system bazuje na własnym zasobie danych o złożu, jego rozcięciu, zaleganiu i stopniu wyeksploatowania. Dzięki pełnej komunikacji poszczególnych podsystemów w ramach SIoT KGHM, podsystem deformacji może służyć do wykonywania skomplikowanych analiz zagrożenia terenu górniczego, wykonywania informacji o wpływach eksploatacji i generowania załączników do planu ruchu. Dzięki tym zaletom SIoT może być wykorzystywany jako narzędzie wspierające proces projektowania eksploatacji z punktu widzenia ochrony powierzchni.

Zakończenie tego wdrożenia spodziewane jest w tym roku kalendarzowym. W następnych latach zaprezentowane zostaną jego efekty.

6. Podsumowanie

Katedra Ochrony Terenów Górniczych i Geoinformatyki w ostatnich latach intensywnie rozwija badania naukowe związane z nowoczesnymi metodami komputerowego gromadzenia, przetwarzania i analizy danych przestrzennych dotyczących ochrony terenów górniczych. Badania te ściśle wiążą zespół Katedry z przemysłem i realnymi problemami rozwiązywanymi w każdej fazie przedsięwzięć inwestycyjnych dotyczących budownictwa podziemnego, składowania odpadów w wyrobiskach kopalnianych, eksploatacji kopalni, a także likwidacji zakładów górniczych.

W dziedzinie górnictwa już teraz można zaobserwować, że oprócz systemów informatycznych wspomagających prowadzenie zasobu danych kartograficznych pojawiają się kolejne systemy, takie jak: systemy informacji o złożu, systemy gospodarką materiałową (np. SAP), wdrażane są też systemy planowania produkcji, które korzystają zarówno z danych o gospodarce materiałowej, jak i z map górniczych oraz z systemów informacji o terenie górniczym. Zakładając, że każdy z systemów operuje na własnym formacie danych, pozwala to przypuszczać, że dane te będą się dublowały w tych systemach. Nawet jeśli w poszczególnych systemach wykorzystane zostaną idee sięgania do różnych, zewnętrznych hurtowni danych, pozostanie do rozwiązania wiele problemów. Dlatego znaczenie problemu, jakim jest wdrożenie idei współużytkowania danych, jest bardzo istotnym zagadnieniem wymagającym rozwiązania w ciągu najbliższych kilku lat.

LITERATURA

1. Hejmanowski R.: Zastosowanie hurtowni danych i analiz GIS do oceny zagrożenia terenów górniczych. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2006. Wydawnictwo IGSMiE PAN, 2006, s. 761–770.
2. Krawczyk A.: System informacji o terenach przekształconych działalnością górniczo-przemysłową w rejonie Olkusza. AGH, Kraków 1994 (praca dyplomowa, maszynopis).
3. Krawczyk A., Ostrowski J., Popiołek E., Skobliński W., Szaniawski M.: System informatyczny badań deformacji szybów górniczych. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej, red. J. Kicki, PAN, IGSM. Wydawnictwo IGSMiE PAN, 2003, s 37–43.
4. Muszyński L., Kończal G.: System rejestracji skutków eksploatacji górniczej na powierzchni i w obiektach budowlanych. Ochrona powierzchni i obiektów budowlanych przed szkodami górniczymi. Prace Naukowe GIG, s. Konferencje nr 20, Katowice 1997.
5. Popiołek E. i zespół: Przeciwdziałanie szkodom górniczym w oparciu o numeryczne metody optymalizacji wydobywania złóż kopalni użytecznych. Projekt PB 376/9/91 KBN zespół S6. AGH, Kraków 1993 (maszynopis).

6. Popiołek E. i zespół: Aktualizacja inwentaryzacji zabudowy kubaturowej powierzchni w Brzezinach Śląskich w granicach terenu górniczego KWK „Andaluzja”. SITG, Katowice 1997 (maszynopis).
7. Popiołek E., Bachowski C., Krawczyk A., Sopata P.: Próba wykorzystania interferometrii radarowej InSAR do monitoringu wpływów eksploatacji złoża rud miedzi w LGOM. Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Polska Akademia Nauk, AGH, Ustroń 2004.

Recenzent: Dr hab. inż. Jan Białek, prof. w Pol. Śl.