

Budowa Systemu Kopalnianych Map Numerycznych

Autorzy

dr inż. Marian Poniewiera

Politechnika Śląska w Gliwicach

mgr inż. Piotr Kujawski

Wyższy Urząd Górniczy

Wprowadzenie.

W niniejszym artykule autorzy starali się przedstawić przebieg prac związanych z rozpoczęciem budowy systemu kopalnianych map numerycznych. Omówiono obecnie obowiązujący stan prawny. Przedstawiono niezbędne inwestycje w sprzęt, oprogramowanie i szkolenie pracowników. Starano się zdefiniować co powinna zawierać numeryczna baza danych mierniczo-geologicznych. Podano przykład KWK „Budryk”, gdzie w 2004 r. rozpoczęto prace przy budowie takiego systemu.

W drugiej części artykułu omówiono autorski System Tworzenia i Obsługi Kopalnianych Map Numerycznych GEOLISP, który pomaga w tworzeniu, aktualizacji i analizowaniu map numerycznych. Szczególnie wyróżniono moduł Parcele, którego zadaniem jest dwustronna komunikacja z programami prof. Jana Białka liczącymi wpływ eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu.

Stan prawny

W wyniku prac legislacyjnych weszła w życie ustawa z dnia 4 lutego 1994 r. Prawo geologiczne i górnicze, promulgowana w Dzienniku Ustaw nr 27 poz. 96. Ustawa ta dokonała zespolenia dotychczas obowiązujących przepisów prawa tj. dekretu z dnia 6 maja 1953 r. - Prawo górnicze oraz ustawy z dnia 16 listopada 1960 r. - O prawie geologicznym. Była ona wielokrotnie nowelizowana. Gruntowna jej nowelizacja miała miejsce w 2001 roku, a zapisy w niej zawarte zaczęły obowiązywać od stycznia 2002 roku. Konsekwencją tych zmian było również wydanie znówelizowanych aktów wykonawczych.

Na podstawie cytowanej ustawy na przedsiębiorcy górniczym ciąży obowiązek:

- ✓ posiadania i bieżącej aktualizacji dokumentacji mierniczo-geologicznej,

- ✓ powierzenia czynności, w ruchu zakładu górniczego, związanych z jej sporządzaniem i aktualizacją osobom uprawnionym tj. mierniczemu górniczemu i geologowi górniczemu.

Obecnie dokumentacja mierniczo-geologiczna w tym dokumenty pomiarowe, obliczeniowe i kartograficzne, powstałe przed rozpoczęciem robót górniczych, w czasie budowy zakładu górniczego i podczas eksploatacji złoża aż do jego likwidacji, a przedstawiające sytuację górniczą, geologiczną oraz sytuację powierzchni w granicach terenu górniczego, mogą być sporządzane i przechowywane w formie numerycznej na nośnikach elektronicznych. Koniecznym jest jednak by były one w sposób właściwy zabezpieczone przed zniszczeniem, dostępem osób nieupoważnionych, a także uszkodzeniem bądź fałszowaniem danych, a ponadto aby była możliwość sporządzania na ich podstawie dokumentacji tekstowej i graficznej w formie klasycznej. W wymienionych powyżej przypadkach, brak jest jakiegokolwiek konkretnych wskazań w treści przepisów górniczych, co do sposobu zabezpieczania czy realizacji ograniczenia dostępu. Unifikowanie czegokolwiek w zakresie archiwizacji zdaje się być bezcelowe, szczególnie w dobie dynamicznego postępu technologicznego (CD, dyski magneto-optyczne, DVD itp.), któremu towarzyszy obniżanie kosztów tworzenia większej ilości kopii bezpieczeństwa i zwiększanie bezpieczeństwa danych. Częstotliwość wykonywania kopii bezpieczeństwa, czyli archiwizowania, determinowana jest częstotliwością, z jaką „ingeruje się” w treść danych zawieranych na mapie. Proces archiwizacji, w formie elektronicznej, powinien być także obligatoryjnie łączony z obowiązkiem bieżącej aktualizacji dokumentacji kartograficznej [5]. Zasady dokonywania archiwizacji mogą być regulowane instrukcjami wewnętrznymi działu mierniczo-geologicznego.

Odrębnym zagadnieniem, aczkolwiek w przypadku map numerycznych znaczącym, jest kwestia udostępniania zasobu i odpowiedzialności za treść dokumentu pierwotnego lub zmodyfikowanego. Sposób w jaki to następuje jest między innymi uzależniony od specyfiki pracy działu, jego wzajemnych powiązań technologicznych a ponadto możliwości technicznych samego zakładu górniczego (sieci wewnątrzzakładowe). Tym samym jakiegokolwiek rozwiązania (globalne) dotychczas nie powstały a więc i nie mają swojego ścisłego odzwierciedlenia w przepisach prawa górniczego. Konieczne jest zatem określenie indywidualnych potrzeb w połączeniu z dostępnymi technologiami informatycznymi [9].

Należy zaznaczyć, iż zgodnie z omawianymi przepisami, w odniesieniu do podstawowych map wyrobisk górniczych, ich sporządzanie i przechowywanie w formie numerycznej wymaga zgody Dyrektora Okręgowego Urzędu Górniczego, właściwego z

uwagi na lokalizację danego zakładu, pod warunkiem spełnienia wymagań określonych w rozporządzeniu [5], Polskich Normach i odrębnych przepisach. Uzyskanie jej może nastąpić na wniosek przedsiębiorcy.

Warto zauważyć, iż powyższe unormowania prawne w tak szerokim spektrum nie występowały w stanie prawnym po roku 1994 [11]. Wówczas to w formie numerycznej dopuszczalne było sporządzanie i aktualizacja jedynie map: przeglądowych, specjalnych, profili otworów i wyrobisk, przekrojów geologicznych.

Koniecznym jest jeszcze pewne wyjaśnienie, a mianowicie zastosowaniu technik informatycznych towarzyszą takie same wymogi jak w odniesieniu do metod klasycznych. Między innymi dokumenty, o których mowa:

- a) podlegają ewidencjonowaniu,
- b) sporządzają bądź aktualizują osoby uprawnione tj. mierniczy górniczy bądź geolog górniczy, zgodnie z wymogami określonymi w przepisach [5] i Polskich Normach,
- c) przekazywane są do archiwum dokumentacji mierniczo - geologicznej zlikwidowanych zakładów górniczych w Wyższym Urzędzie Górniczym.

W przypadku ewidencjonowania dokumentów, sporządzonych w formie numerycznej, konieczne jest wskazanie lokalizacji (ścieżki dostępu), sposobu jego zapisu elektronicznego oraz miejsca przechowywania nośnika. Sam natomiast obraz graficzny dokumentu powinien posiadać oznaczenie identyfikacyjne, zgodne z oznaczeniem zbioru danych w zapisie elektronicznym oraz zgodne z oznaczeniem ewidencyjnym.

Drugi z wymienionych wymogów, spełniony jest poprzez stosowanie odpowiedniego oprogramowania, wraz z zdefiniowanymi bazami znaków umownych. Efekt finalny, czyli mapa, w formie drukowanej musi być „autoryzowana” przez uprawnione osoby, wówczas dopiero staje się pełnoprawnym dokumentem mierniczo-geologicznym.

Sporządzanie mapy górniczej obwarowane jest wymogami określonymi przez Polskie Normy, w tym PN-G-09000-03: 2002 – Mapa górnicza, Część 3: wymagania podstawowe [4]. Głównymi wymogami, mającymi największe znaczenie, w przypadku map podstawowych są:

- dopuszczalny średni błąd kartowania punktów przecięcia linii siatki współrzędnych prostokątnych i ramki arkusza względem pozostałych punktów tej siatki, które nie powinno przekraczać $\pm 0,2$ mm,
- różnica odległości między sąsiednimi liniami siatki współrzędnych nie powinna przekraczać $\pm 0,1$ mm,

- średni błąd kartowania punktów osnowy geodezyjnej, liczony względem siatki współrzędnych, nie powinien być większy niż $\pm 0,2$ mm,
- średni błąd położenia punktów sytuacyjnych względem najbliższych elementów osnowy geodezyjnej nie powinien przekroczyć $\pm 0,3$ mm oraz względem sąsiednich punktów sytuacyjnych $\pm 0,4$ mm.

Przeprowadzona już w latach 90-tych ubiegłego wieku ocena kartometryczności map poddanych przetworzeniu do postaci numerycznej, wobec jej klasycznego odpowiednika wyjściowego (mapy podstawowej), wykazała pełną ich zgodność. Jakość mapy wyjściowej determinuje, więc efekt końcowy [1].

Biorąc pod uwagę ostatni aspekt, z wymienionych powyżej, posiadanie zasobu i jego przekazanie również w formie numerycznej daje możliwość praktycznie natychmiastowego dostępu do niego bez konieczności przetwarzania. Należy jednak zaznaczyć, iż prowadzenie zasobów archiwum dokumentacji mierniczo-geologicznej nadal odbywa się w dwukierunkowym zakresie: tradycyjnym tj. klasycznych nośników mapowych oraz cyfrowym [12].

Reasumując dostosowanie prawodawstwa w powyższym zakresie było wynikiem między innymi:

- dynamicznego rozwoju systemów informatycznych (oprogramowania)
- zaawansowania prac standaryzacyjnych numerycznych map górniczych,
- doświadczeń nabytych przez szereg lat,
- wdrożenia technik informatycznych w działach mierniczo-geologicznych, między innymi: poprzez wyposażenie w sprzęt komputerowy, niejednokrotnie połączony w sieć lokalną oraz elektroniczne instrumenty pomiarowe,
- wyjście na przeciw potrzebom kopalnianych służb mierniczo-geologicznych.

Techniczne i organizacyjne aspekty tworzenia systemu map numerycznych

W poniższym rozdziale przedstawiono niezbędne elementy potrzebne do rozpoczęcia budowy systemu map numerycznych, na przykładzie Kopalni Węgla Kamiennego „Budryk”, która w 2004 r. rozpoczęła prace nad budową takiego systemu.

Na system map numerycznych składają się następujące czynniki:

- ludzie,
- sprzęt,
- oprogramowanie,
- baza danych mierniczo-geologicznych.

Najważniejsi są oczywiście ludzie, odpowiednio przeszkoleni i umotywowani. Niezbędne stało się wybranie, w dostosowaniu do realiów zakładu górniczego, grona osób które będą w sposób bezpośredni użytkownikami zasobu. Dla osób tych ustalono, iż kurs obsługi urządzeń i oprogramowania winien obejmować około 30 godzin szkolenia. Ponadto 3-4 osoby powinny swobodnie posługiwać się całością systemu, wobec czego zakres ich szkolenia znacznie poszerzono. Za celowe uznano również, aby uczestniczyły one w seminariach, konferencjach i spotkaniach dotyczących map numerycznych.

Przystępując do budowy systemu za warunek konieczny uznano stworzenie odpowiednich warunków pracy. Przyjęto następujące uwarunkowania:

- jednemu stanowisku komputerowemu przyporządkowano 2 osoby,
- optymalny komputer powinien być wyposażony w 2 GB pamięci RAM i 2 monitory 21"; procesor, karta grafiki i inne parametry komputera nie mają już takiego znaczenia,
- dział mierniczo-geologiczny powinien być wyposażony w wielkoformatowy ploter, skaner, drukarki laserowe A4, kolorowe drukarki A3, nagrywarki DVD,
- wszystkie komputery powinny pracować w sieci,
- podczas projektowania systemu należy uwzględnić pomieszczenie, biurka, szafkę na archiwum, ewentualne zabezpieczenia antywłamaniowe, przeciwpożarowe itp.

Kolejnym zagadnieniem był wybór oprogramowania. Na KWK Budryk w jego skład weszły: system operacyjny (Windows XP), edytor tekstów, arkusz kalkulacyjny (Microsoft Office), system obliczeń geodezyjnych (GEONET), oprogramowanie do kalibracji i edycji rastrów (CadRaster Pro), program obliczania prognozowanych wpływów eksploatacji (EDNOP), oprogramowanie antywirusowe, system obsługi map numerycznych (AutoCAD MAP + GEOLISP).

Autorski – dr inż. Mariana Poniewiery, system tworzenia i obsługi kopalnianych map numerycznych GEOLISP, przyjęty do stosowania w dziale mierniczo-geologicznym kopalni Budryk scharakteryzowano w kolejnym rozdziale.

Z uwagi na wysoką cenę AutoCADa w cytowanej kopalni zainstalowano go tylko na jednym stanowisku, na reszcie komputerów wykorzystano tańszego IntelliCADa. .

Wdrażając system map numerycznych w realiach KWK „Budryk” przyjęto, iż ma on zapewniać nie tylko odpowiednią jakość wydruku map, ale przede wszystkim wspomagać analizowanie map np. w toku procesów projektowych.

O jakości systemu decyduje jakość wprowadzonych danych. Mapy, na których przedstawiona jest aktualnie prowadzona eksploatacja, powinny być sporządzone na podstawie danych pomiarowych i obliczeniowych. Trzeba bowiem pamiętać, że na podstawie numerycznej mapy podstawowej następnie sporządza się wykresy, przekroje geologiczne, powiększenia fragmentów wyrobisk. Mapa numeryczna łączy prostotę metod graficznych z dokładnością metod analitycznych, bezpośrednio na niej można wykonywać różnorodne obliczenia: ciąg poligonowy, przebitkę itp. Zatem warunkiem pełnego wykorzystania zalet mapy numerycznej jest wykonanie jej z maksymalną dokładnością.

Rzadziej wykorzystywane mapy można zwektoryzować na podstawie istniejących map podstawowych. Sporadycznie używane można zostawić w postaci rastrowej i włączyć w tej postaci do systemu.

Mapa numeryczna nie jest tylko obrazem generowanym w dwóch wymiarach, już podczas jej tworzenia należy dołączyć do niej istotne, niegraficzne informacje, które ułatwią nam pracę w przyszłości. Np. dla punktu poligonowego można dołączyć takie atrybuty jak numer punktu, nazwę i metr bieżący wyrobiska, rzędną spągu pokładu, numer i stronę książki obliczeń współrzędnych i dziennika pomiarowego.

Warto zastanowić się nad stworzeniem cyfrowego archiwum – zeskanowaniem całości dokumentacji mierniczo – geologicznej. Po wykonaniu odpowiednich indeksów w szybki sposób, bezpośrednio z poziomu mapy numerycznej, będziemy mieli dostęp do szukanego fragmentu planu ruchu, dokumentacji geologicznej itp.

System Tworzenia i Obsługi Kopalnianych Map Numerycznych GEOLISP

W skład systemu GEOLISP wchodzi szereg programów wspomagających pracę geodety. W szczególności pomagają one w tworzeniu, aktualizacji i analizowaniu map numerycznych[14]. Można wyróżnić następujące możliwości systemu:

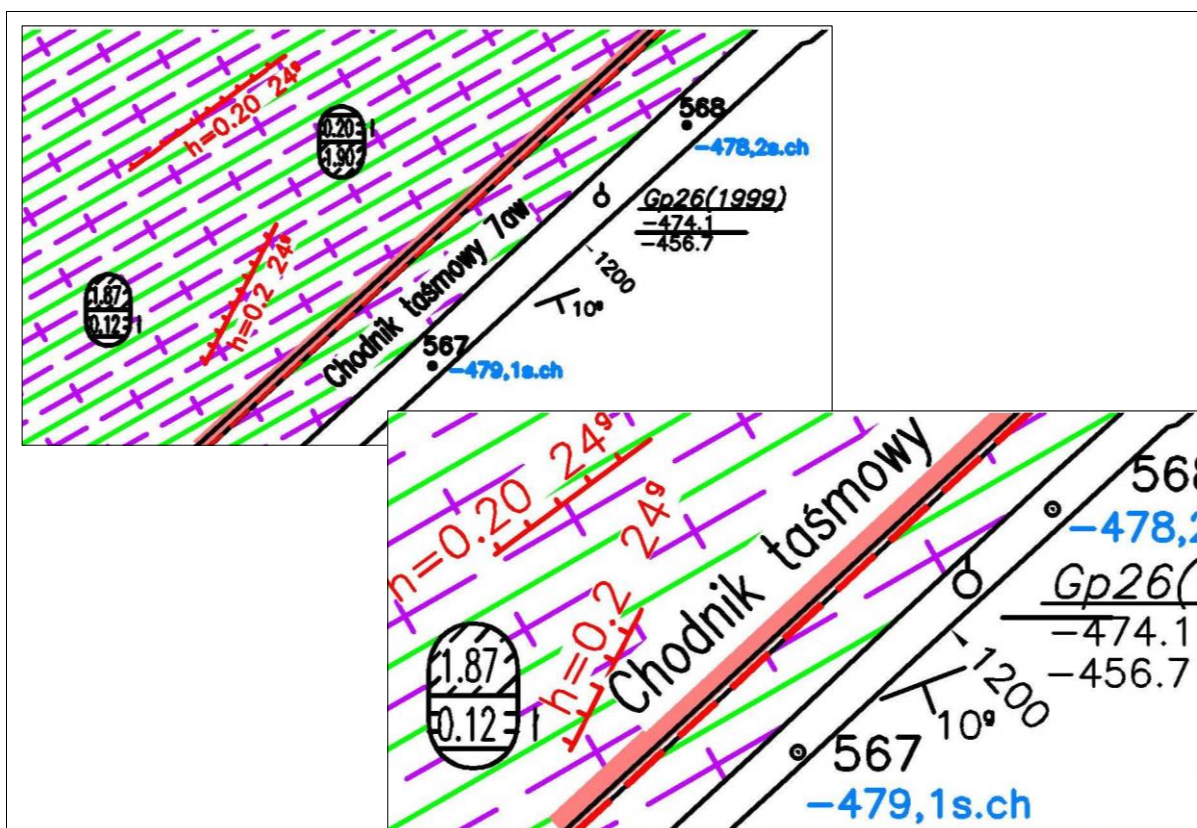
- uzyskanie wybranej mapy tematycznej w dowolnej skali,
- stworzenie numerycznego modelu terenu, wraz z procedurami ułatwiającymi jego kontrolę i wizualizację, liczącymi objętości, interpolującymi warstwie,
- sporządzenie wykresów podłużnych i poprzecznych,
- zautomatyzowanie prac przy rysowaniu mapy; system zawiera pełną bibliotekę znaków umownych powierzchniowych i górniczych,
- zabezpieczenie przed przypadkową lub celową ingerencją w zawartość bazy danych,
- wykorzystanie zdjęć lotniczych; system zawiera program wyrównania aerotriangulacji,
- przeprowadzenie transformacji między różnymi układami współrzędnych,

- dokonanie wyboru, edycji i raportu obiektów spełniających dane kryteria,
- przeprowadzenie topologicznego czyszczenia rysunku,
- odczyt i zapis plików tekstowych w wielu różnych formatach m.in. EDN-OP, GEONET, EWMAPA, GEO-INFO, MSEG, EWOPIS.

Program skalujący

Daje możliwość uzyskania dowolnej mapy tematycznej w dowolnej skali. Zapewnia indywidualne potraktowanie każdego obiektu. Przy przeskalowaniu zostaje półautomatycznie uwzględniona:

- generalizacja treści mapy,
- relatywne powiększenie napisów, bloków, szrafury, typów linii,
- pozycjonowanie napisów (tak aby się teksty nie nakładały na inne elementy rysunku).

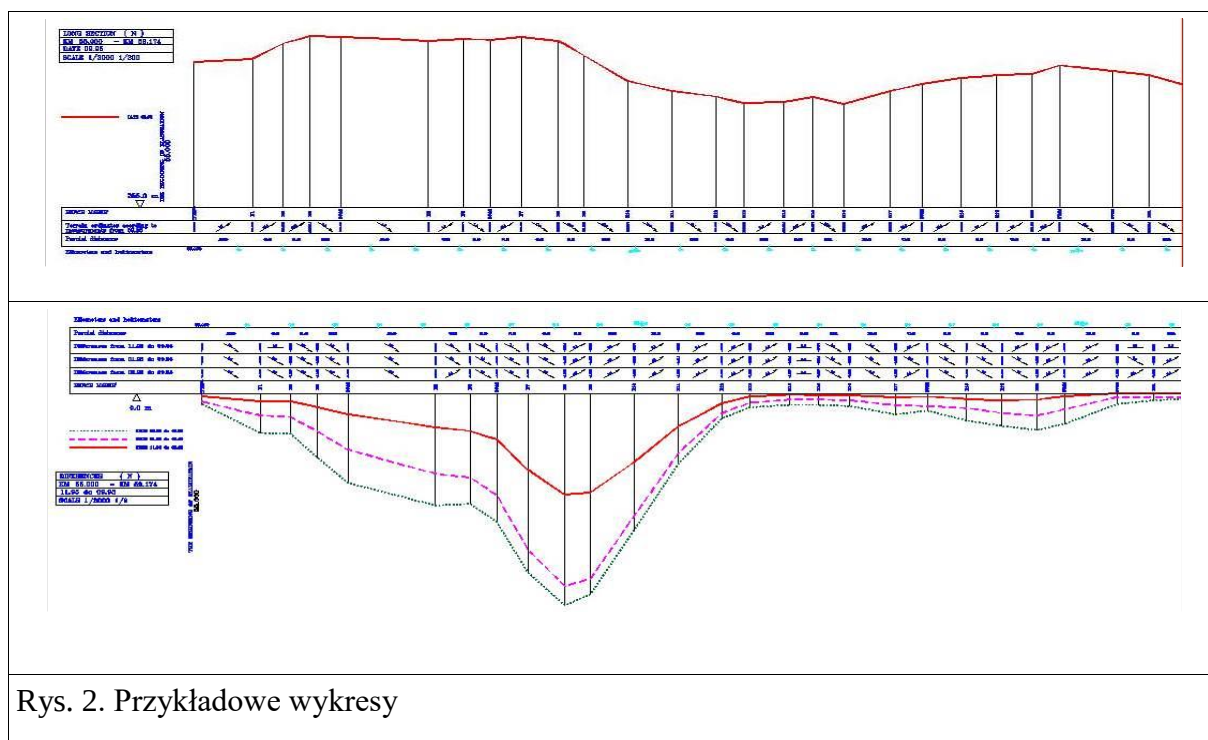


Rys. 1. Ten sam obszar przygotowany do wydruku w różnych skalach.

Wykresy

System zawiera polecenia związane z tworzeniem i edycją wykresów podłużnych i poprzecznych oraz kilka typowych schematów wykresów. Możliwe jest

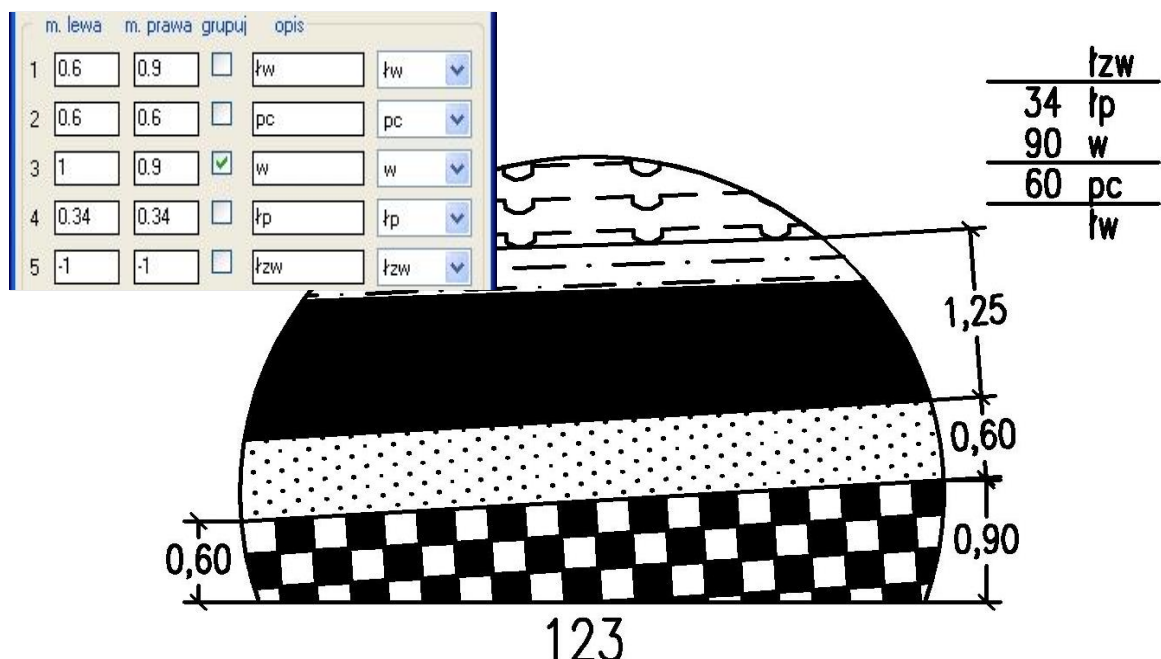
projektowanie i wykonywanie prostych obliczeń bezpośrednio na wykresie. Możliwa jest zmiana nachylenia odcinka, obliczenie objętości między kolejnymi przekrojami czy pokazanie kolizji z siecią uzbrojenia technicznego terenu.



Rys. 2. Przykładowe wykresy

Program rysujący przekroje geologiczne przez wyrobisko

W prosty sposób można tworzyć przekroje geologiczne przez dane wyrobisko górnicze. Po podaniu miąższości pokładu przekrój rysowany jest automatycznie.

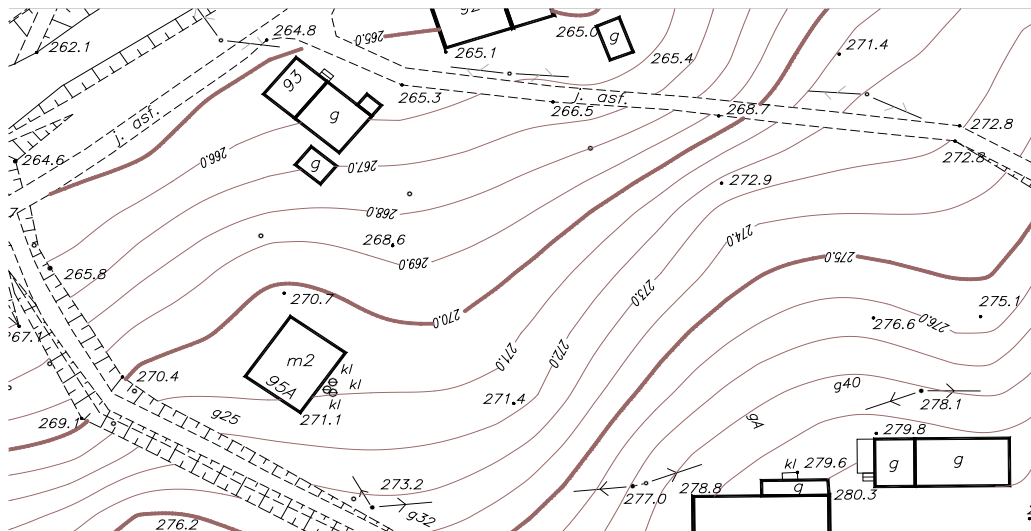


Rys. 3. Przykład działania programu generującego profil geologiczny chodnika.

Program do interpolacji warstw

Główne cechy programu:

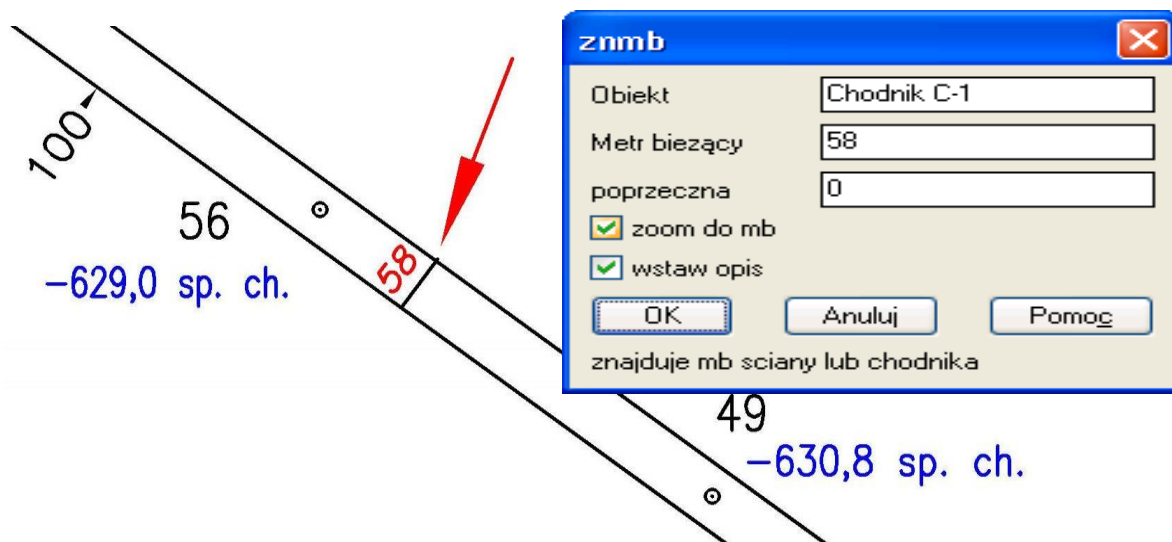
- interpoluje warstwie na podstawie dowolnie rozmieszczonych pikiet,
- uwzględnia linie nieciągłości – skarpy, rowy itp.,
- ukrywa warstwie pod budynkami, skarpami, drogami,
- opisy warstw są umieszczane tak, aby nie pokrywały się z innymi elementami rysunku,
- zaznacza błędne miejsca (o zbyt dużej różnicy wysokości).



Rys. 4. Przykład działania programu do interpolacji warstw

Program znajdujący metr bieżący danego wyrobiska

Program może mieć zastosowanie zarówno do wyrobiska korytarzowego jak i ścianowego. Po podaniu metra bieżącego i domiaru do ociosu lub rozciągłości i długości ściany program wskazuje punkt o współrzędnych w układzie geodezyjnym.



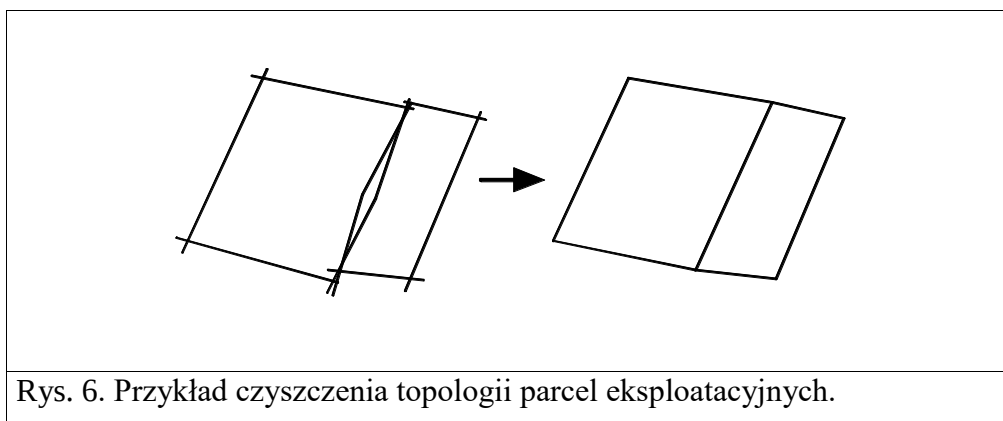
Rys. 5. Przykład działania programu znajdującego metr bieżący danego wyrobiska

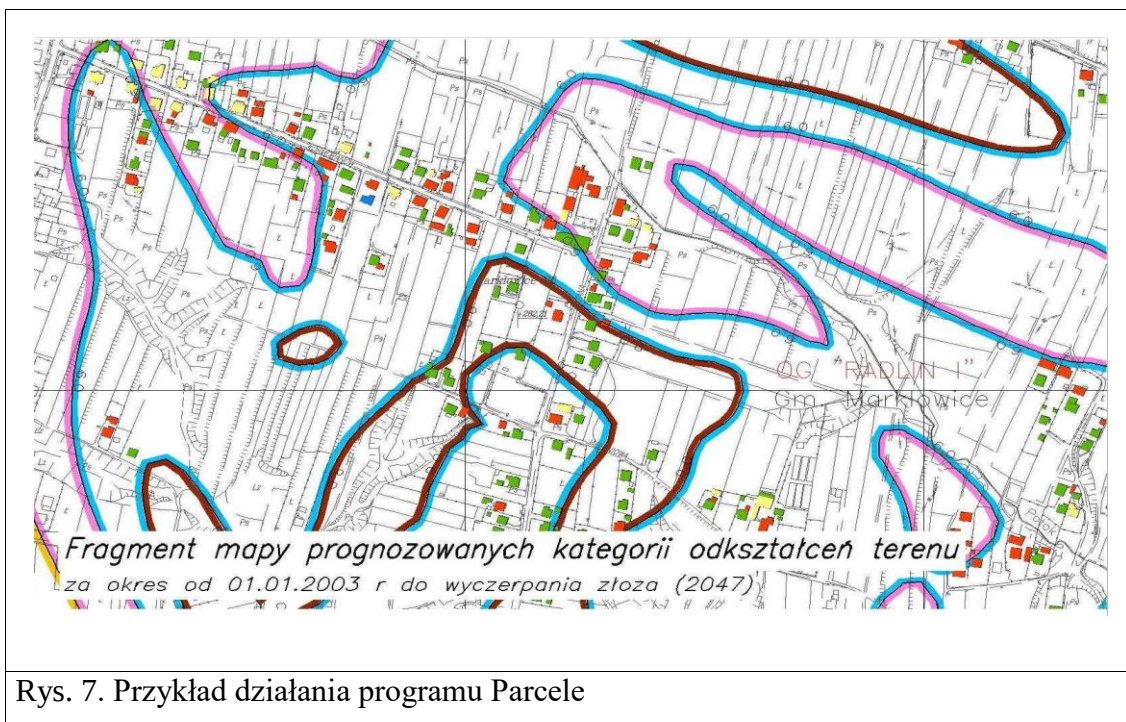
Program Parcele

Zadaniem modułu Parcele jest dwustronna komunikacja z programami prof. Jana Białka, (które służą do prognozowania deformacji terenu górniczego). Do najważniejszych zadań wykonywanych przez program należy zaliczyć:

- zautomatyzowane tworzenie zbiorów danych opisujących eksploatację górnictw, zarówno parcel jak i punktów obliczeniowych,
- skontrolowanie i poprawienie tych danych,
- różnorodną wizualizację danych źródłowych i wyników obliczeń.

Program zawiera liczne procedury do czyszczenia i budowy topologii parcel eksploatacyjnych (rys.6). Możliwa jest generalizacja nadmiernej ilości punktów, połączenie przerwanych na opisach linii, automatyczne uzgodnienie styków map itp.





Rys. 7. Przykład działania programu Parcele

Zakończenie.

Wprowadzenie do działu mierniczo – geologicznego systemu map numerycznych w KWK „Budryk” pozwoli na zdecydowane przyspieszenie procesu technologicznego, zarówno na etapie wprowadzenia danych, jak i podczas codziennej pracy.

Mapę numeryczną należy pojmować jako odpowiednio oprogramowaną bazę danych. Jej sporządzenie, aktualizację i wykonywanie różnorodnych analiz ułatwia System Tworzenia i Obsługi Kopalnianych Map Numerycznych GEOLISP [14].

Mapy numeryczne pozwalają na wykorzystanie prostoty rozwiązania danego problemu w sposób graficzny z dokładnością metod analitycznych np. przy projektowaniu przebitki po łuku. Dzięki powiązaniu poszczególnych obiektów mapy z bazą danych, bezpośrednio z poziomu mapy numerycznej można uzyskać np. opis prac remontowych prowadzonych w danym budynku. Wystarczy wskazać na mapie dany obiekt aby otrzymać jego wykres, przekrój czy objętość. Ponadto nowoczesny sprzęt geodezyjny, obecnie powszechnie stosowany, a posiadający wewnętrzną rejestrację danych pozwala na stworzenie ciągu technologicznego pozwalającego na szybkie „zasilanie” numerycznej bazy danych.

Przy wykorzystaniu map numerycznych również szybkość i jakość sporządzenia dokumentacji mapowej w formie wydruków poprawi się w znaczący sposób. Każda kopia będzie miała jakość oryginału, a każdy użytkownik mapy otrzyma dokładnie te informacje, których potrzebuje.

Obecnie obowiązujące przepisy pozwalają, pod pewnymi warunkami, na prowadzenie dokumentacji mierniczo – geologicznej w postaci cyfrowej. Przed wprowadzeniem systemu kopalnianych map numerycznych praktycznie nie ma już obecnie odwrotu ale jego budowę należy jednak prowadzić w sposób bardzo ostrożny i przemyślany, mając cały czas na uwadze spełnienie wymogów stawianych dokumentacji mierniczo-geologicznej, tzn. jej:

- a) sporządzania i aktualizacji,
- b) zabezpieczenia,
- c) archiwizacji,
- d) udostępniania.

Literatura:

- [1] „Ocena kartometryczności mapy testowej, opracowanej według technologii Ośrodka Badawczego Informatyki Ministra Ekonomii Górniczej COIG przy użyciu sprzętu informatycznego” –IGGiP AGH Kraków, grudzień 1991 r.-materiały WUG.
- [2] „Projekt Standardu Komputerowej Mapy Numerycznej” (KBN -9047391) – „MIKROZNAK” S.C., Październik 1992 r. – materiały WUG.
- [3] „Metody komputerowego sporządzania i aktualizacji map górniczych” (KBN – 904739101) - „MIKROZNAK” S.C., Grudzień 1993 r. – materiały WUG.
- [4] PN-G-09000-03: 2002 – Mapa górnicza, Część 3: wymagania podstawowe.
- [5] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 19 czerwca 2002 r. w sprawie dokumentacji mierniczo-geologicznej (Dz.U. Dz 2002 r., Nr 92, poz. 819).
- [6] Białek J.: Algorytmy i programy komputerowe do prognozowania deformacji terenu górniczego, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2003r.
- [7] Białek J., Poniewiera M.: Wykorzystanie systemu obsługi kopalnianych map numerycznych dla celów prognozowania deformacji terenu górniczego. Materiały naukowe XI Międzynarodowego Sympozjum „Geotechnika – Geotechnics 2004”, Gliwice – Ustroń, 19-22 października 2004, s. 141-148.
- [8] Janusz Jura „Od mapy górniczej do systemu informacji o przestrzeni górniczej. V Dni Miernictwa górniczego i ochrony terenów górniczych. Katowice 1999r.
- [9] Janusz Jura, Artur Krawczyński „Uwarunkowania bezpieczeństwa cyfrowego map górniczych” – 2003, Geodezja , Tom 9, Zeszyt 2/1.

- [10] Kujawski P., Poniewiera M.: Budowa numerycznego modelu terenu dla celów związanych z obliczeniem objętości. Zeszyty naukowe Pol. Śl. s. Górnictwo, nr 261, Gliwice, 2004.
- [11] Kulczycki Z., Trzcionka P. "Prawne aspekty sporządzania i wykorzystywania dokumentacji mierniczo - geologicznej", "Informatyka w geodezji górniczej", Kraków 1996.
- [12] Jerzy Picur – „Działalność Centrum Dokumentacji Mierniczo – Geologicznej Zlikwidowanych Zakładów Górniczych przy Wyższym Urzędzie Górniczym” – Bezpieczeństwo pracy i ochrona środowiska w górnictwie, Miesięcznik WUG nr.5/2002 r.
- [13] Pomykoł M., Poniewiera M., Poniewiera A.: Transformacja map numerycznych między różnymi układami współrzędnych. Zeszyty naukowe Pol. Śl. s. Górnictwo, nr , Gliwice, 2003
- [14] Poniewiera M.: System obsługi kopalnianych map numerycznych, Katowice 2005, www.geolisp.pl