

2012 Tytuł referatu: Wdrożenie aplikacji przeznaczonych do obsługi danych geologicznych w Kompanii Węglowej S.A.

Subject: Implementation of applications designed to service geological data in Coal Company S.A.

Marian Poniewiera  
*Politechnika Śląska, Gliwice*

**STRESZCZENIE:** W artykule zaprezentowano rozszerzenie, wdrożonego w Kompanii Węglowej, Systemu Numerycznego Modelu Złoża o funkcjonalności związane z zarządzaniem informacją o próbach, parcelach i innych danych geologicznych. Wykonane w oparciu o przeglądarkę internetową moduły parcel i prób są zsynchronizowane z danymi przedstawionymi na mapach górniczych.

Z Numerycznego Modelu Złoża mogą być automatycznie pobierane takie informacje o przedmiotowym obszarze jak: powierzchnia, objętość, średnie zasiarczenie itp. Prezentowany system umożliwia wykonanie różnorodnych zestawień, obliczeń, izolinii i map obrazujących wybrane parametry złoża.

**ABSTRACT:** In the article the software allowing to prepare various geological documentation was presented. The problem of acquisition and visualization of data describing mining exploitation has been discussed.

**SŁOWA KLUCZOWE:** Numeryczny Model Złoża, dokumentacja geologiczna  
**KEY WORDS:** Numerical Mineral Deposit Model, geological documentation

## 1. WPROWADZENIE

W Kompanii Węglowej S.A. w 2008r. rozpoczęto wdrażanie Numerycznego Modelu Złoża. NMZ jest tu rozumiany bardzo szeroko jako System Informacji o Przestrzeni Górniczej. W pierwszej kolejności wprowadzano do Systemu mapy podstawowe, otwory geologiczne oraz punkty opróbowania złoża. Na tej podstawie wykonano, i nadal wykonuje się mapy pochodne, przestrzenne i jakościowe. Uzyskano dzięki temu solidną bazę umożliwiającą włączenie kolejnych działów kopalni i wprowadzanie dalszych danych przestrzennych.

W 2011 roku postanowiono rozszerzyć istniejący Model o bazę danych zarządzającą informacją o próbach i parcelach geologicznych. Dane te, aktualnie przechowywane dotąd w różnych systemach, będą zaimportowane do istniejącej, jednolitej bazy danych NMZ, i co istotne, dołączone moduły parcel i prób geologicznych będą zsynchronizowane z danymi na mapach górniczych. Na ich podstawie będzie można sporządzać dokumentację o zasobach dostosowaną do aktualnych wymogów prawa oraz indywidualnych potrzeb użytkowników Systemu

Powiązanie przechowywanych danych o parcelach z jednostką organizacyjną da możliwość wykonania analiz (raportów) na wszystkich poziomach: jednostki, Centrum Wydobywczego, do którego należy jednostka, całego przedsiębiorstwa.

Integracja bazy z programami: AutoCAD i Geolisp umożliwi dwustronną wymianę danych o parcelach i próbach węgla pomiędzy mapą numeryczną a bazą danych. Powstanie możliwość pobrania, przez wcześniej wymienione oprogramowania, danych przechowywanych w kartotece prób węgla i automatycznego (po wcześniejszej akceptacji osoby uprawnionej) wniesienia prób na mapę. Na podstawie wniesionych prób można następnie utworzyć izolacje i mapy hipsometryczne obrazujące dowolny parametr złoża.

W ewidencjonowanych kartotekach parcel geologicznych uwzględniane są informacje o: pokładach, poziomach, złożach, obszarach górniczych, koncesjach, grupach parcel, filarach, polach i partiach. Wskazanie parceli na mapie umożliwia przejście do jej edycji. System umożliwia również tworzenie nowych parcel geologicznych. Narysowanie na mapie wieloboku z opisaniem numerem parceli powoduje pobranie przez System z bazy danych pozostałych informacji, np. średniego zapocielenia. Istniejące w rysunku parcele można zwizualizować w dowolny sposób, np. dobierając odpowiednie kolorowanie, typ i grubość linii. Dzięki temu łatwo można tworzyć załączniki do planu ruchu.

Z Numerycznego Modelu Złoża pobierane są automatycznie i obliczane dane, takie jak: powierzchnia, objętość, tonaż, miąższość, typ węgla, zapocielenie, gęstość przestrzenna, zasiarczenie, wartość opałowa, średni upad, średnia rzędna wysokościowa i inne. Wyniki obliczeń wykonanych w Systemie można porównać z parametrami istniejącymi w dokumentacji. Można również wyszukać w rysunku parcele spełniające określone kryteria, np. te, których odchyłki przekraczają zadaną wartość.

Moduł umożliwia również wykonanie różnych zestawień przedstawiających: sumę, wartość minimalną, maksymalną, średnią arytmetyczną i ważoną dla dowolnych wartości zgromadzonych w bazie.

Kartoteki jakościowych prób węgla są identyfikowane w zakresie: lokalizacji miejsca pobrania (współrzędne, jednostka, głębokość itp.), opisu badanej próbki, paramentów laboratoryjnych (zawartości siarki, zapocielenia, wartości opałowej itp.).

Dane dotyczące prób są wnoszone do Systemu w oparciu o przeglądarkę internetową, dzięki czemu mogą być one wprowadzane przez osoby spoza działu TMG, np. pracowników laboratorium wykonującego badania. Następnie uprawnieni użytkownicy Systemu (np. geolodzy z działu TMG) sprawdzają poprawność tych danych, np. na podstawie dokumentacji dostarczonej przez osobę wprowadzającą dane. Operator, który przyjmuje dane do Systemu ma wgląd w elektroniczny obraz dokumentu, na podstawie którego zewidencjonowano dane (np. skanu dokumentu). Dzięki oparciu Systemu o dedykowany mechanizm uprawnień, w sposób jednoznaczny wykluczono możliwość dostępu i zmiany danych przez osoby nieupoważnione.

W NMZ dane o charakterze słownikowym utrzymywane są zgodnie z przyjętą w przedsiębiorstwie strukturą organizacyjną w następujących zakresach: identyfikacja filarów wraz z nazwami, kategorie poznania, charakter zasobów, typy węgla (zgodnie z PN), charakterystyka jakości węgla. Włączone do NMZ moduły parcel i prób geologicznych umożliwiają dynamiczne rozszerzanie kartotek i słowników o kolejne pola. Dzięki temu produkt można swobodnie dostosowywać do zmieniających się wymogów prawnych. Pozwoli to również na wykonanie kompleksowej analizy charakterystyk eksploatowanych zasobów.

Dołączenie informacji o próbach i parcelach geologicznych do NMZ jest korzystne również ze względów ekonomicznych. Architektura rozwiązania zakłada bowiem pełne wykorzystanie istniejących komponentów opierających się o bazę danych Oracle, wraz z modulem umożliwiającym przechowywanie danych w formie przestrzennej Oracle Spatial. Jako serwer aplikacji zostanie wykorzystany obecnie stosowane oprogramowanie Oracle WebLogic.

## 2. NUMERYCZNY MODEL ZŁOŻA

### 2.1. Wstęp

Numeryczny Model Złoża to baza danych wraz z oprogramowaniem umożliwiającym: aktualizację i edycję tej bazy, selektywną wizualizację wybranego fragmentu kopalni, wspomaganie sporządzania różnorodnej dokumentacji, przekrojów, profili, raportów. Tworzony jest on w oparciu o dokumenty kartograficzne oraz wyniki pomiarów geodezyjnych i geologicznych udokumentowanych w dziennikach pomiarowych. Baza danych umożliwia pracę wielu użytkownikom jednocześnie oraz pozwala na utrzymanie jednego modelu złoża i jednego zestawu danych, do których dostęp jest możliwy z dowolnego stanowiska komputerowego wchodzącego w skład Systemu. Ponadto System identyfikuje użytkowników wprowadzających zmiany w bazach danych oraz posiada zabezpieczenie przed przypadkową lub celową ingerencją w jej zawartość.

Numeryczny Model Złoża umożliwia sporządzenie, przechowywanie, przetwarzanie i aktualizację dokumentacji techniczno-ruchowej, którą zakłady górnicze mają obowiązek sporządzić zgodnie z obowiązującym prawem. Wynikowe dokumenty kartograficzne muszą spełniać wymogi określone przepisami normami i przepisami prawa polskiego.

Do zbudowania Systemu niezbędne jest posiadanie odpowiedniej infrastruktury technicznej (sprzęt komputerowy i kreslarski, oprogramowanie) oraz dysponowanie przygotowanymi do jego obsługi osobami. W KW SA zastosowano architekturę opartą na zintegrowanym pakiecie aplikacji inżynierskich: AutoCAD Civil 3D, Oracle Spatial, EDBJ, GEONET i GEOLISP. Program GEOLISP umożliwia nie tylko automatyzację najczęściej wykonywanych prac w zakresie sporządzania dokumentacji kartograficznej, ale ponadto zawiera szereg programów stworzonych specjalnie na potrzeby poszczególnych działów.

O użyteczności Systemu decyduje jakość wprowadzanych danych – czym większa dokładność wykonanych map tym większa możliwość wykorzystania ich do sporządzania w oparciu o nie różnorodnych obliczeń. Zazwyczaj wykresy, przekroje geologiczne, powiększenia wyrobisk wykonuje się dla rejonu, w którym prowadzona jest eksploatacja. Dlatego dla tych obszarów mapy wyrobisk górniczych powinny być sporządzane na podstawie danych pomiarowych i obliczeniowych. Rzadziej wykorzystywane mapy można zwektoryzować a sporadycznie używane – włączyć do Systemu w postaci rastrowej.

### 2.2. Pobieranie danych z Numerycznego Modelu Złoża

Złoże jest odwzorowane poprzez zestaw powierzchni TIN – siatek trójkątów, których wierzchołkami są punkty o określonych współrzędnych X, Y, Z. Parametr Z może przedstawiać np.: miąższość, spąg pokładu, zasiarczenie w danym punkcie.

Utworzoną powierzchnię można zwizualizować w postaci siatki trójkątów, izolinii lub mapy hipsometrycznej. Istnieje możliwość obliczenia objętości zawartej pomiędzy dwoma powierzchniami.

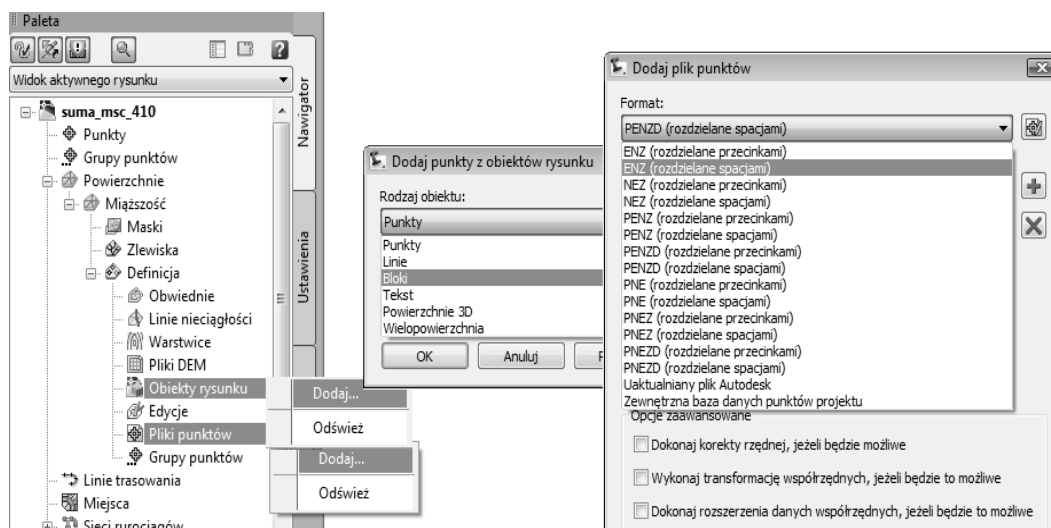
Powierzchnie mogą być tworzone automatycznie z odpowiednio przygotowanych map numerycznych, zawierających: słupki miąższości, linie nieciągłości, próby. Postępowanie w tym przypadku może wyglądać następująco: po zbudowaniu szeregu powierzchni dla miąższości, spągu

pokładu, zapocielenia, zasiarczenia itp. wskazujemy obszar, np. parcelę zasobową, dla którego chcemy pobrać dane. Na podstawie zbudowanych wcześniej powierzchni system uzupełni wskazanej parceli odpowiednie atrybuty, takie jak: pole, objętość, zapocielenie itp. Następnie można sporządzić dowolne raporty czy mapy tematyczne.

Kolejnym krokiem jest powiązanie parcel na mapie z baza opisową. Pozwala to na kontrolę wprowadzonych danych i zapewnia bardzo dokładne wyniki raportów liczonych zasobów. Kontrolę łatwiej przeprowadza się w sposób graficzny. Istnieje szereg procedur wspomagających sprawdzanie mapy np. poprzez budowę topologii parcel.

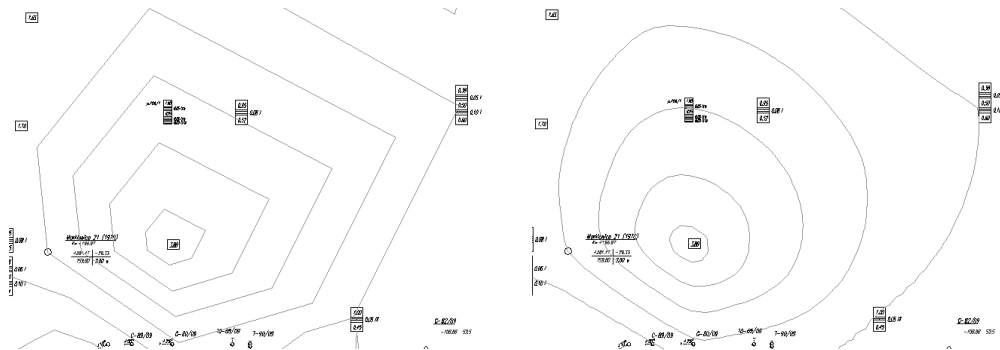
### 2.2.1. Definiowanie powierzchni w programie AutoCAD Civil3D

AutoCad Civil umożliwia tworzenie powierzchni z dowolnych elementów mapy – bloków, punktów, linii nieciągłości, warstw lub na podstawie danych zaimportowanych z zewnętrznych plików tekstowych. Wartość parametru Z powinna odpowiadać wartości modelowanego elementu. Sposób wyświetlania utworzonej powierzchni zależy od preferencji i potrzeb użytkownika.



Rys. 1. Dodawanie obiektów do utworzonej powierzchni w programie AutoCAD  
Figure 1. Adding objects to the created surface in AutoCAD

AutoCAD daje możliwość przeniesienia obiektów rysunkowych (bloków, linii) na powierzchnię. Przykładowo, w wyniku przeniesienia parceli narysowanej w płaszczyźnie 2D na powierzchnię spągu pokładu, jej wierzchołkom zostaną nadane poprawne rzędne wysokościowe. Utworzoną powierzchnię można dowolnie modyfikować. W zależności od potrzeb można ją uprościć – zmniejszając liczbę tworzących ją punktów lub skracając krawędzie trójkątów, albo wygładzić – program na podstawie odpowiedniego wielomianu aproksymującego wstawi dodatkowe punkty np. w centroidach istniejących trójkątów.

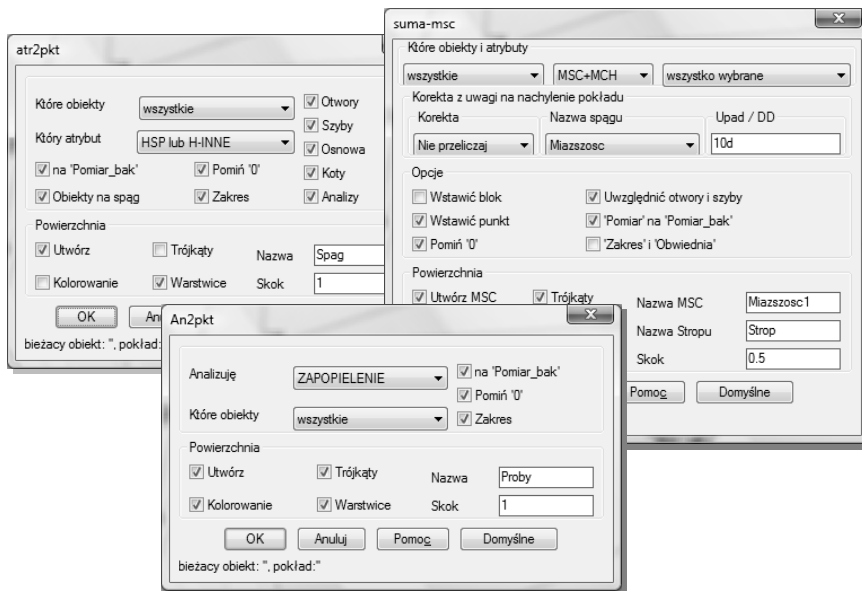


Rys. 2. Kontury przed i po wygładzeniu powierzchni  
Figure 2. Contours before and after smoothing

### 2.2.2. *Utworzenie powierzchni TIN z mapy numerycznej*

Istniejące w systemie Geolisp programy tworzą powierzchnię na podstawie bloków: analizy chemicznej, miąższości, punktów osnowy, kot wysokościowych, otworów geologicznych, szybów. Współrzędne X i Y punktów powierzchni pokrywają się z punktem wstawienia bloku natomiast ich wartość Z jest równa wartości wybranego atrybutu.

Programy te pozwalają na szybkie zwizualizowanie utworzonej powierzchni np. poprzez wygenerowanie izolinii. Aby wygenerowana w ten sposób powierzchnia była poprawna należy pamiętać o przeprowadzeniu kontroli tworzących ją rzędnych a także dodaniu do niej linii nieciągłości.



Rys. 3. Narzędzia programu Geolisp służące do tworzenia powierzchni  
Figure 3. Geolisp Tools for creating surface

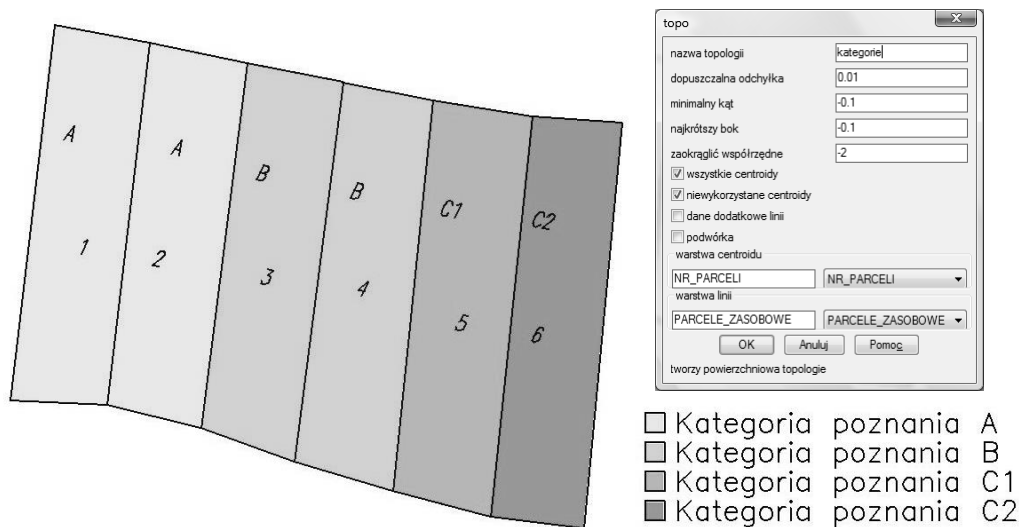
Dysponując odpowiednio przygotowanymi plikami tekstowymi można wstawić do rysunku punkty lub bloki z odpowiednimi atrybutami.

Od poprawności utworzenia obiektów rysunkowych zależy, czy będą one mogły być wykorzystane w dalszej pracy. Do każdego obiektu utworzonego w programie Geolisp są dołączone dodatkowe informacje (nazwa pokładu / poziomu, data utworzenia, źródło danych o obiektach itp.). Kontrola tych obiektów powinna polegać zatem nie tylko na sprawdzeniu ich poprawności pod względem graficznym, ale także pod względem poprawności danych opisowych – wykorzystujemy do tego celu odpowiednie narzędzia istniejące w systemie Geolisp. Eliminację punktów obarczonych błędami grubymi umożliwia np. na sprawdzenie różnicy wysokości pomiędzy najwyższym i najniższym punktem na mapie oraz punktami sąsiadującymi, a także na wygenerowanie warstw (punkty o znacząco błędnej wysokości wymuszą powstanie dodatkowych warstw, co przy kontroli łatwo zauważyć).

### 2.3. Generowanie map tematycznych na bazie topologii

Topologia polega na sprawdzeniu wzajemnych relacji pomiędzy poszczególnymi obiektami mapy (wierzchołkami, liniami i centroidami).

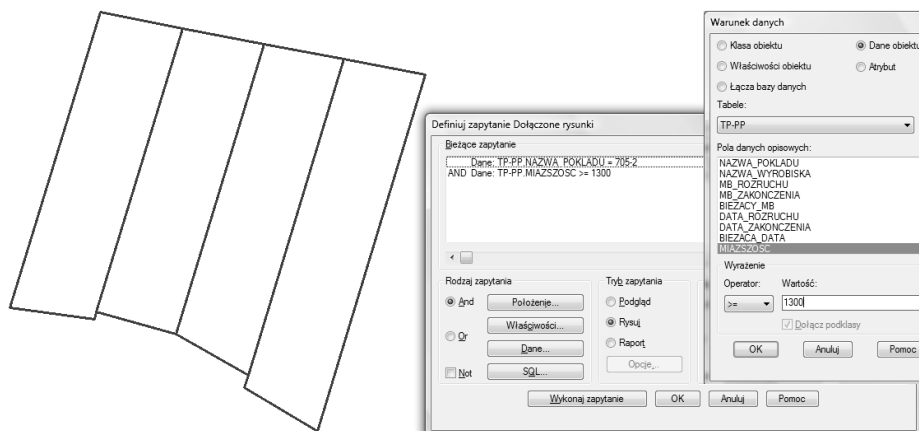
System posiada narzędzia umożliwiające wyszukanie błędów powstałych podczas tworzenia mapy takich jak: niedociągnięcia, krótkie odcinki, nachodzące na siebie parcele itp. Na bazie utworzonej topologii można wykonać mapę tematyczną, wykorzystując do tego celu właściwości obiektów (kolor, tekst, wysokość itp.), ich dane opisowe czy też dane z zewnętrznych baz danych.



Rys. 4. Mapa tematyczna wykonana na bazie topologii  
Figure 4. Topology thematic mapping

### 2.4. Wyszukiwanie parcel spełniających określone kryteria

Przy pomocy narzędzi programu AutoCAD MAP można wyszukiwać, we wskazanych plikach, obiekty spełniające określone kryteria, np. parcele o danym średnim zapocieleniu, a następnie skopiować je do bieżącego rysunku.



Rys. 5. Definiowanie zapytań w programie AutoCAD MAP  
Figure 5. Define query in AutoCAD

## 2.5. Raport parcel

System Geolisp daje możliwość wykonania raportu dla wybranych z rysunku parcel.

B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
Ściana	Pokład	Tonaż	Pole	Objętość	Miąższość	Głębokość	Kaloryczn	Rozpoczęcie	Zakończenie	Wsp. a
2-w1	630-2	0	307344	399547.2	1300	-587	0	2005-10-01	2007-01-01	0.8
1-e1	630-2	0	246985.2	321080.7	1300	-628.75	0	2007-07-01	2009-01-01	0.8
2-e1	630-2	0	245211.3	318774.7	1300	-681.25	0	2009-01-01	2010-01-01	0.8
3-e1	630-2	0	242480.5	315224.7	1300	-733.75	0	2010-07-01	2012-01-01	0.8
11-w	703-1	0	302399.4	544318.9	1800	-695.6	0	2000-07-01	2002-01-01	0.8
1-e1	703-1	0	233225	419805	1800	-746	0	2002-01-01	2003-01-01	0.8
2-e1	703-1	0	218466.7	393240.1	1800	-790	0	2003-07-01	2004-01-01	0.8

Rys. 6. Fragment raportu parcel wykonanego przy pomocy programu Geolisp  
Figure 6. Part of the report of the longwall in Geolisp

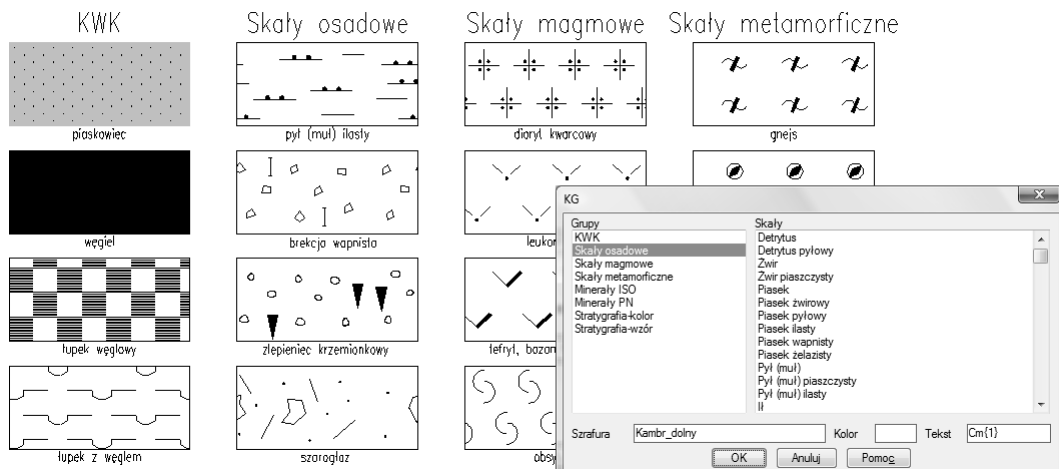
## 2.6. Przeskalowanie map, transformacja między różnymi układami współrzędnych

Przy pomocy istniejących w programie Geolisp procedur można wygenerować dowolną mapę tematyczną, w wybranej skali, a także zgeneralizować i uczytelnić treść mapy pochodnej. Transformacja między różnymi układami współrzędnych w systemie Geolisp jest możliwa przy pomocy dwóch programów. Pierwszy z nich wykorzystuje współczynniki wielomianów zespolonych obliczonych programem Geonet, w drugim zdefiniowano współczynniki transformacji konformnej dla stosowanych w praktyce na kopalniach układów współrzędnych.

## 3. POMOCNICZE APLIKACJE W SYSTEMIE GEOLISP

### 3.1. Kreskowanie geologiczne

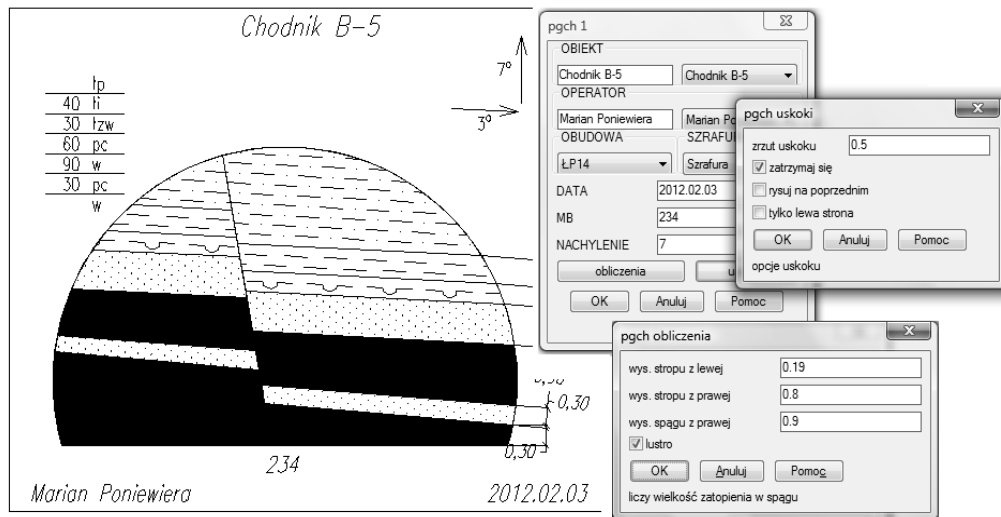
Wszystkie umowne znaki skał i surowców mineralnych, stosowane na mapach górniczych, a przede wszystkim na mapach geologicznych, zostały zdefiniowane, zgodnie z Polskimi Normami, w systemie Geolisp.



Rys. 7. Przykładowe wzory kreskowań geologicznych  
Figure 7. Examples of geological hatch patterns

### 3.2. Przekrój geologiczny chodnika

Program Geolisp umożliwia graficzne przedstawienie geologicznej budowy chodnika. Po wybraniu odpowiedniego typu obudowy i sposobu przedstawiania skał (szrafura, kolor lub kolor + szrafura) należy określić wartości miąższości dla poszczególnych warstw i wybrać rodzaje skał dla każdej z nich. Istnieje również możliwość wprowadzenia uskoku oraz obliczenia wielkości zatopienia pierwszej warstwy.

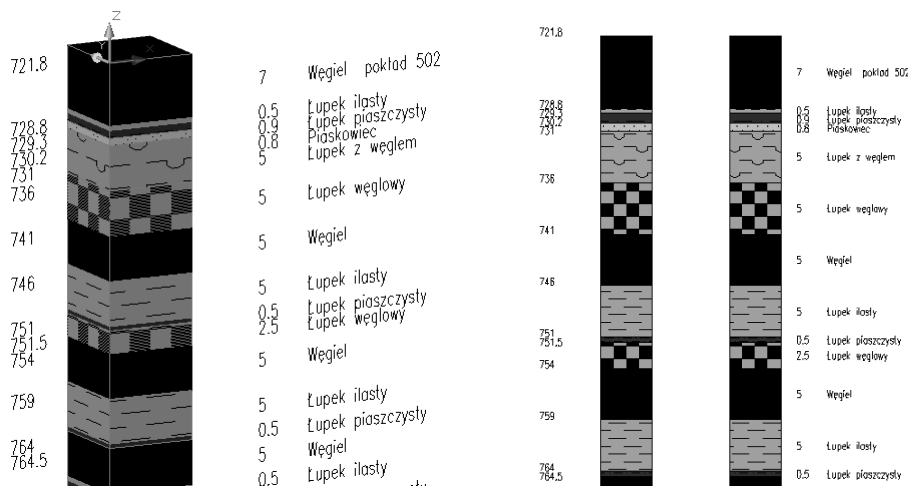


Rys. 8. Przekrój geologiczny chodnika  
Figure 8. Soil profile of mining excavation



### 3.3. Karta otworu

Na podstawie danych zapisanych w pliku tekstowym w odpowiednim formacie można wstawić do rysunku kartę otworu wiertniczego lub profil szybu.



Rys. 9. Profil geologiczny  
Figure 9. Soil profile

### 4. Podsumowanie

W wyniku wdrożenia aplikacji przeznaczonych do obsługi danych geologicznych w KWSA będzie możliwe:

- Ewidencjonowanie kartotek parcel geologicznych z uwzględnieniem informacji: o pokładach, poziomach, złożach, obszarach górniczych, koncesjach, grupach parcel, filarach, polach i partiach.
- Utrzymanie danych o charakterze słownikowym, zgodnie ze strukturą organizacyjną przedsiębiorstwa, w następujących zakresach: identyfikacja filarów, kategoria rozpoznania, charakter zasobów, typ węgla, charakterystyka jakości pokładów.
- Ewidencjonowanie kartotek jakościowych prób węgla w zakresie: lokalizacji miejsca pobrania, opisu badanej próbki, parametrów laboratoryjnych.
- Wnoszenie danych do Systemu w oparciu o przeglądarkę internetową – dzięki temu mogą być one wprowadzane przez osoby spoza działu TMG, np. pracowników laboratorium wykonującego badania.
- Zsynchronizowane moduły parcel i prób geologicznych z danymi na mapach górniczych.
- Automatyczne pobieranie danych z Numerycznego Modelu Złoża, takich jak: powierzchnia, objętość, tonaż, miąższość, typ węgla, zapocielenie, gęstość przestrzenna, zasiarczenie, wartość opałowia, średni upad, średnia rzędna wysokościowa i innych.
- Porównanie istniejących w dokumentacji parametrów z wyliczonymi w Numerycznym Modelu Złoża; zaznaczenie parcel o odchyłkach przekraczających zadaną wartość.
- Wyświetlenie na mapie i sporządzenie raportu parcel spełniających zadane kryteria – np. o określonej zawartości siarki, popiołu itp.

- Sporządzenie dokumentacji opisowej i mapowej o zasobach, dostosowanej do aktualnych wymogów prawa oraz indywidualnych potrzeb użytkowników Systemu.

Rozszerzenie wdrożonego w Kompanii Węglowej Systemu Numerycznego Modelu Złoża o funkcjonalności związane z zarządzaniem informacją o próbach i parcelach geologicznych, niewątpliwie ułatwi pracę, a także przyczyni się do lepszej jej organizacji. Dołączone moduły parcel i prób geologicznych będą zsynchronizowane z danymi na mapach górniczych. Dołączenie informacji o próbach i parcelach geologicznych do NMZ jest korzystne również ze względów ekonomicznych. Architektura rozwiązania zakłada bowiem wykorzystanie istniejących komponentów, opierających się o bazę danych Oracle Spatial. Jako serwer aplikacji zostanie wykorzystany obecnie stosowane oprogramowanie Oracle WebLogic.

## LITERATURA

- [1] Krawczyk A., Jura J. 2009: Wybrane problemy wdrażania i prowadzenia zasobu map wyrobisk górniczych. X Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych, Kraków.
- [2] Maciaszek J., Gawalkiewicz R. 2007: Podstawy grafiki inżynierskiej dla studentów geodezji i inżynierii środowiska, Wydawnictwo AGH, Kraków.
- [3] Pomykoł M., Poniewiera M. 2009: Numeryczne projektowanie w geodezji górniczej. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- [4] Poniewiera M. 2010: Model numeryczny złoża węgla kamiennego i jego praktyczne zastosowania. Wiadomości górnicze R.LXI.