

## Tytuł referatu: Wykorzystanie serwera map w planowaniu produkcji węgla kamiennego

Subject: Using map server in planning for coal production

Marian Poniewiera  
*Politechnika Śląska, Gliwice*

Seweryn Tchórzewski  
*Politechnika Śląska, Gliwice*

**STRESZCZENIE:** W artykule opisano przykłady wykorzystania informacji zgromadzonych w serwerze map w planowaniu produkcji węgla kamiennego.

**ABSTRACT:** The paper briefly presents examples of the use of information collected in the map server in the planning for coal production.

**SŁOWA KLUCZOWE:** serwer map, planowanie produkcji węgla

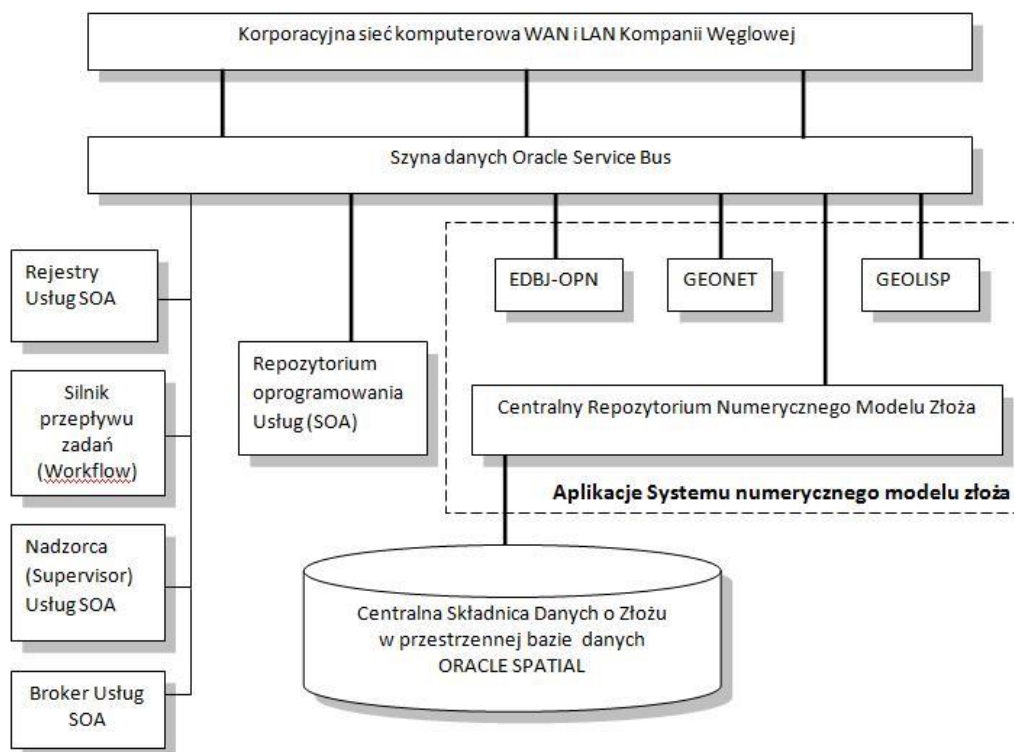
**KEY WORDS:** map server, planning for coal production

### 1. WSTĘP

Serwer map to usługa udostępniająca zbiory klas obiektów o zdefiniowanym wyglądzie oraz zdefiniowanym układzie współrzędnych [1].

W Kompani Węglowej SA zastosowano oprogramowanie Fusion Middleware SOA Suite firmy Oracle. Służy ono zarówno budowie integracji wewnętrznej rozwiązań dostarczanych w ramach projektu Numerycznego Modelu Złoża, jak i integracji z aplikacjami do niego zewnętrznymi [2].

Dobrym przykładem na przedstawienie idei serwera map jest wykorzystanie map cyfrowych do planowania produkcji węgla. Idea jest następująca: mamy cyfrowe mapy zawierające ściany, wyrobiska korytarzowe, słupki miąższości, koty spągu i wyniki analiz chemicznych. Dane te możemy wykorzystać do utworzenia przestrzennego, jakościowego modelu złoża i wyeksportować do systemów harmonogramowania produkcji.



Rys. 1. Podstawowe komponenty Architektury SOA w Kompanii Węglowej SA  
 Figure 1. The main components of SOA Architecture in Coal Company SA

## 2. PRZYKŁADY ZASTOSOWANIA SERWERA MAP

### 2.1. Mapy cyfrowe w planowaniu produkcji węgla

Program Geolisp posiada narzędzia ułatwiające wykonanie Numerycznego Modelu Złoża. Do prawidłowego działania modułu „Przygotowanie produkcji” niezbędne jest utworzenie w rysunku następujących powierzchni: spągu, miąższości, typu węgla, zapozielenia, gęstości, zasiarczenia, wartości opałowej, miąższości węgla, miąższości przyrostów, strat miąższości węgla.

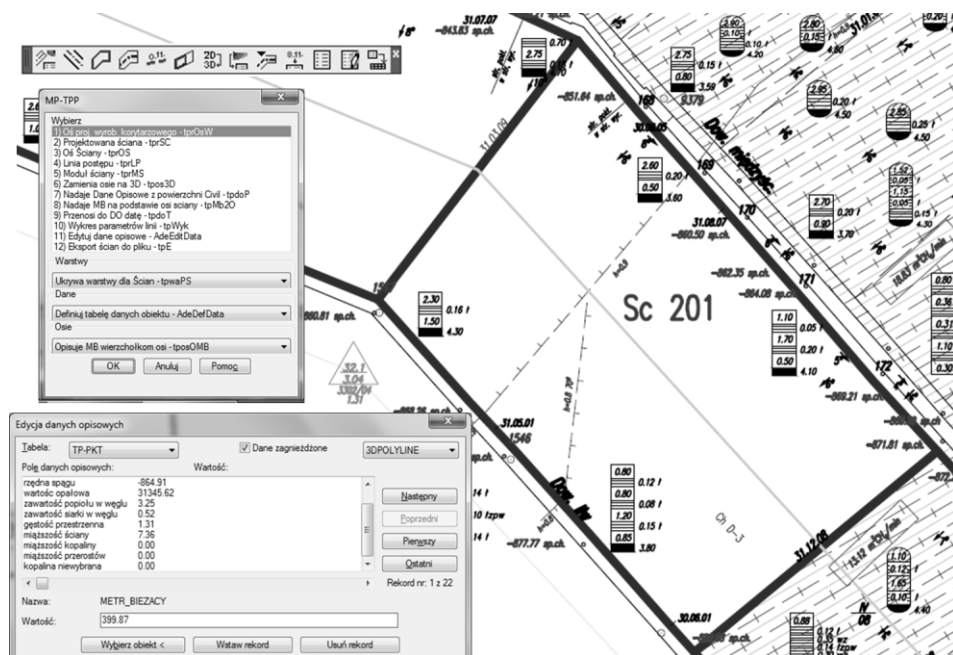
#### 2.1.1. Utworzenie powierzchni TIN

Powierzchnię TIN (Triangulated Irregular Network) można zdefiniować jako siatkę trójkątów opartą na punktach posiadających współrzędne płaskie i liczbowy parametr (np. zasiarczenie węgla). Utworzoną powierzchnię można wyświetlać przy pomocy warstwic, siatki trójkątów, mapy hipsometrycznej. Na podstawie istniejących powierzchni, np. stropu i spągu pokładu, da się obliczyć objętość.

Istniejącą powierzchnię można modyfikować zachowując przy tym jej dokładność – uprościć ją, redukując liczbę tworzących ją punktów lub trójkątów, lub wygładzić – wstawiając dodatkowe punkty na podstawie zbioru punktów o znanych rzędnych.

Na podstawie wstawionych do rysunku bloków: słupków miąższości, punktów osnowy, kot wysokościowych, otworów geologicznych, szybów i analizy chemicznej, można utworzyć punkty i zbudować powierzchnie TIN. Współrzędne płaskie tych punktów będą pokrywały się z punktem wstawienia bloku natomiast wartość Z będzie odpowiadać wartości wybranego atrybutu. Przydatność utworzonych w ten sposób powierzchni do wykonywania dalszych analiz zależy od jakości danych, na podstawie których te powierzchnie są tworzone. Dlatego należy przeprowadzić kontrolę rzędnych punktów oraz uwzględnić linie nieciągłości (wycienienie pokładu, uskok itp.).

### 2.2.2. Projektowanie ściany



Rys. 2. Projektowanie parceli z wykorzystaniem narzędzi Geolisp  
Figure 2. Plot designing with the use of Geolisp

Projektując ścianę należy obrysować jej kontury polinią 2D a następnie w jej środku narysować oś. Wierzchołki osi parceli powinny być umieszczane w miejscach, w których program ma pobierać dane z powierzchni. Dodatkowo ścianę można podzielić na moduły, na podstawie całej parceli i wskazanych linii, np. projektowanych linii postępu miesięcznego. Zaprojektowanym w ten sposób obiektom można ręcznie wprowadzić atrybuty, takie jak np. zasiarczenie węgla. Dane te program może również pobrać automatycznie z Numerycznego Modelu Złoża (istniejących powierzchni TIN). Do obiektów dołączone zostają tabele z danymi. Można je podglądać, modyfikować, przechowywać w zewnętrznej bazie np. w relacyjnej bazie Oracle i tworzyć na ich podstawie dokumentację (wykresy, raporty itd.).

Tabela 1. Atrybuty punktu osi wyrobiska

Table 1. Attributes of the axis point of the excavation

Kolumna	Opis	Typ	Kolumna	Opis	Typ
METR_BIEZACY	metr bieżący punktu	real	GESTOSC	gęstość przestrzenna	real
DATA	data eksploatacji punktu	real	MIAZSZOSC	miąższość ściany	real
SPAG	rzędna spągu	real	MSC_WEGIEL	miąższość kopaliny	real
WARTOSC_OPALOWA	wartość opałowa	real	MSC_PRZEROSTY	miąższość przerostów	real
ZAPOPIELENIENIE	zawartość popiołu w węglu	real	MSC_W_STRATY	kopalina niewybrana	real
ZASIARCZENIE	zawartość siarki w węglu	real			real

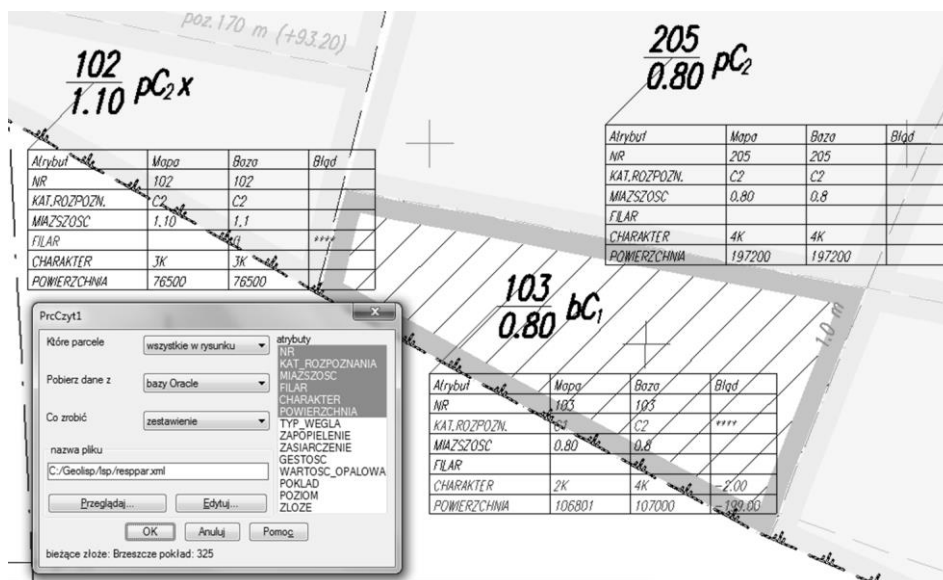
## 2.2. System Numerycznego Modelu Złoża

Innym przykładem wykorzystania serwera map jest wdrożony w Kompanii Węglowej System NMZ-GEO.

W KWSA zintegrowano ze sobą szereg programów, takich jak AutoCAD, EDBJ-OPN, Geolisp, Oracle. Dzięki temu możliwa jest dwustronna wymiana danych o parcelach między bazą danych a mapą numeryczną.

Parcelle geologiczne tworzymy w AutoCADzie korzystając z narzędzi systemu Geolisp. Granice parceli stanowią zazwyczaj istniejące na mapie obiekty liniowe, tj.: izoliny, uskoki, filary itp.

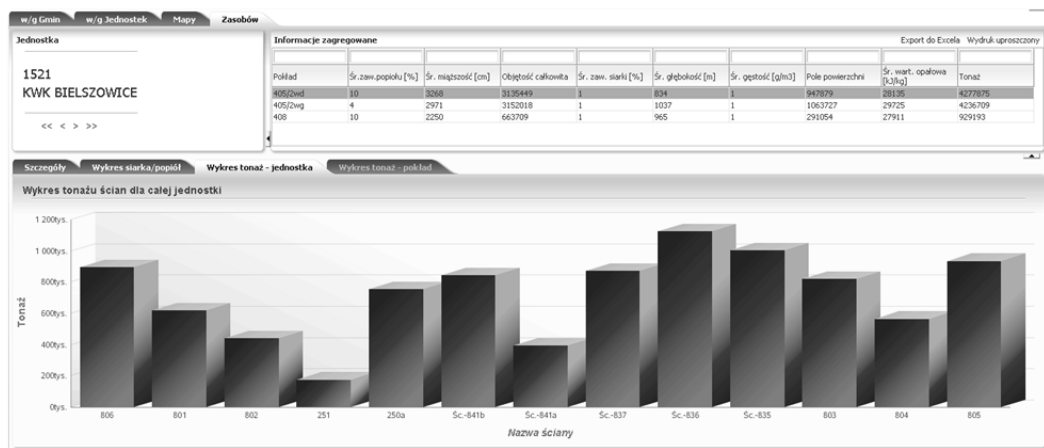
Program PrCzyt umożliwia wczytanie do rysunku centroidów parcel z bazy danych Oracle. Ważne jest, aby prawidłowo zdefiniować nazwę jednostki, złoża, poziomu / pokładu, dla którego chcemy pobrać dane. Program daje także możliwość porównania parcel w rysunku z danymi opisującymi te same parcelle w bazie danych Oracle lub zastąpienia parcel w rysunku parcelami pobranymi z bazy.



Rys. 3. Porównanie parcel geologicznych na mapie z bazą opisową

Figure 3. A comparison of geological plots on a map with a descriptive database

Dane opisowe o parcelach są wprowadzane do Systemu przy pomocy przeglądarki internetowej. Program w przeglądarce został opracowany przez Asseco Poland SA.

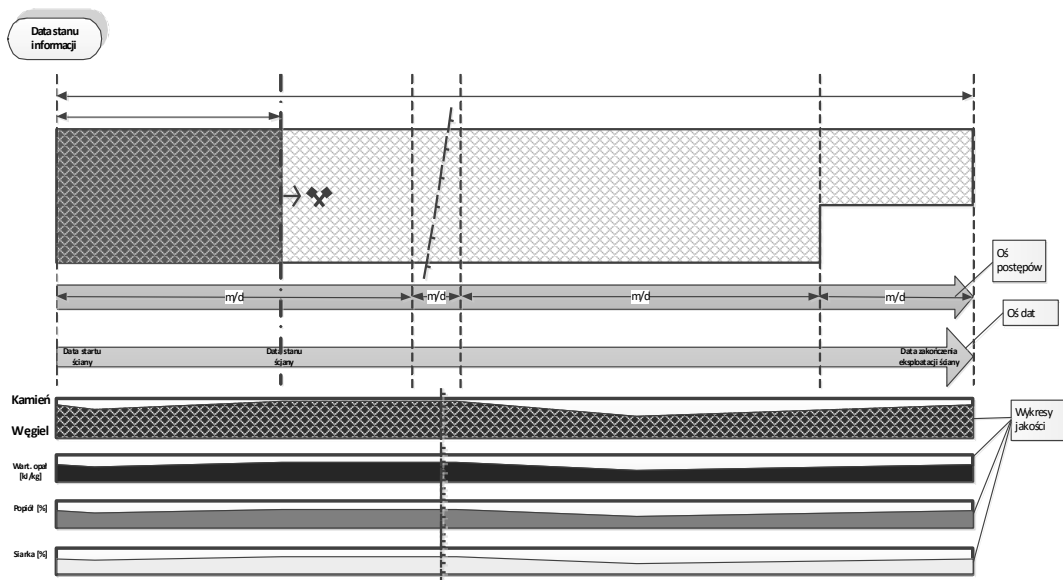


Rys. 4. Możliwości raportowe systemu NMZ-GEO  
Figure 4. Reporting capacity of NMZ-GEO

### 3. PRAKTYCZNE WYKORZYSTANIE SERWERA MAP DO PLANOWANIA PRODUKCJI

Informacja przygotowana i przetworzona w omawianych rozwiązaniach stanowi, w większości przypadków, dopiero materiał wyjściowy do właściwego planowania produkcji w kopalni. Zgromadzona informacja geologiczna, przetworzona i prezentowana z wykorzystaniem serwera map cyfrowych, pozwala na szybkie pozyskanie informacji na temat parametrów jakościowych węgla planowanego do eksploatacji. Informacja ta jest niezbędna do planowania wielkości sprzedaży węgla w dalszej perspektywie działalności każdej z kopalń. Wartość opałowa, zawartość popiołu oraz siarki stanowią jeden z kluczowych czynników wpływających na kształtowanie ceny zbytu węgla [6].

Dla skutecznego planowania działalności kopalni konieczne jest planowanie parametrów jakościowych produkowanego węgla. Aby możliwe było uzyskanie informacji ilościowo – jakościowych, niezbędne jest wykorzystanie wiedzy dotyczącej złoża, zgromadzonej przy pomocysystemów map. Pozyskanie danych opisujących jakościowo węgiel ze ściany w formie funkcji jej wybiegu nie jest na dzień dzisiejszy złożonym działaniem, gdyż opiera się na procesie projektowania eksploatacji z wykorzystaniem Numerycznego Modelu Złoża. Pozyskane w ten sposób informacje pozwalają na wygenerowanie modelu pojedynczej ściany, umożliwiającego właściwe planowanie produkcji.



Rys. 5. Model ściany wraz z prognozą parametrów jakościowych na wybiegu  
 Figure 5. Model of a longwall with the forecast of qualitative parameters of a panel length

Tak skonstruowana informacja stanowi źródło dla dalszych prac planistycznych, a w szczególności procesu układania harmonogramu eksploatacji ścian, będącego jednym z podstawowych narzędzi planistycznych w każdej kopalni węgla kamiennego (rys. 6 i 7).

Dotychczasowa praktyka procesu planowania produkcji węgla, wynikająca z ograniczeń stosowanych narzędzi, dawała w efekcie informację jakościową o bardzo dużym poziomie niepewności.

Prognozowane jakości produkowanego i sprzedawanego, po ewentualnym wzbogaceniu, węgla stanowi często klucz do podejmowania decyzji o robotach górniczych w kopalni. Wykorzystanie informacji zgromadzonych w serwerach map daje nam szansę na prowadzenie tej działalności w sposób, który minimalizował będzie ryzyko produkcji węgla o niskiej jakości, na który nie ma wielu chętnych odbiorców, a co za tym idzie jego cena zbytu jest dla producenta niesatysfakcjonująca.

Lista ścian i wyrobisk czynnych oraz planowanych do eksploatacji w kopalni					
Zmień Szczegóły Odśwież					
Nazwa	Data Rozpoczęcia	Pokład	Poziom	Pole	
<b>Ściany</b>					
502a		517	poziom 500 m	Pole N	
Ściana 130	2012-11-19	517	poziom 500 m	Pole A	
A1/I		628	poziom 980m	Pole A	
Ściana 313/2		510	poziom 500 m	Pole A	
Ściana 190	2013-04-15	510	poziom 700 m	Pole A	
Ściana 32a	2013-06-01	517	poziom 475 m	Pole A	
<b>Wyrobiska</b>					
Chodnik wodny		510	poziom 500 m	Pole A	
Przekop N	2013-01-18	517	poziom 700 m	Pole A	
Chodnik transportowy X	2013-04-22	614	poziom 500 m	Pole A	

Rys. 6. Zbiór ścian oraz wyrobisk stanowiący bazę do przygotowania planu produkcji oraz robót górniczych w kopalni

Figure 6. A collection of longwalls and excavations forming the basis for production planning and mining works in the mine

Harmonogram biegu ścian A							2012-11-01 - 2015-07-31																		
Widok: Tydzień Miesiąc Kwartał Rok							2014																		
Podział osi	Pole	Ściana	Długość ścian(m)	Wysokość wiatłak(m)	Wysokość ścian(m)	Wartość Zawartość popiołu(%)	Zd. prod. ścian(t/d)	marzec	kwiecień	maj	czerwiec	lipiec	sierpień	wrzesień	październik	listopad	grudzień	styczeń	luty	marzec	kw				
510	Pole A	Ściana 160	130	1.00	1320	2700	3.0	4690	4758 t/d	4758 t/d	4758 t/d	4758 t/d	4758 t/d	4758 t/d	4758 t/d	4758 t/d									
								128 m/m-c	134 m/m-c	134 m/m-c	128 m/m-c	140 m/m-c	128 m/m-c	134 m/m-c	140 m/m-c										
								348 m	482 m	616 m	744 m	884 m	1013 m	1147 m	1287 m										
517	Pole A	Ściana 32a	188	3.00	900	2000	5.0	23888										24083 t/d	24083 t/d	24083 t/d	24083 t/d	24083 t/d			
								2050											140 m/m-c	122 m/m-c	140 m/m-c	134 m/m-c	134 m/m-c		
								3.00											152 m	274 m	415 m	548 m	671 m	805 m	
517	Pole A	Ściana 130	3.00	3.00	1000	5.00	9000																		
								2551																	
								7.8																	
								0.63																	
517	Pole N	502a	105	2.32	3100	2551	7.8	4053	4082 t/d	4082 t/d	4082 t/d	4082 t/d	4082 t/d	4082 t/d	4148 t/d										
								170 m/m-c	178 m/m-c	178 m/m-c	170 m/m-c	186 m/m-c	172 m/m-c	166 m/m-c											
								2053 m	2231 m	2409 m	2579 m	2765 m	2936 m	3100 m											
628	Pole A	A1/I	185	2.20	1120	20789	5.0	3482																	
								0.60																	
								0.60																	
Wydobycie dobowe ze ścian [t/d]								8840	8840	8840	8840	8840	8840	10700	28841	28030	27953	27953	27953	27953	27953	27953	27953	27953	
Wydobycie dobowe z robót przygotowawczych [t/d]								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Ogółem wydobyte dobowe [t/d]								8840	8840	8840	8840	8840	8840	10700	28841	28030	27953	27953	27953	27953	27953	27953	27953	27953	27953
Ogółem wydobyte [t]								165048	194489	194489	165048	203329	185048	235405	603338	500592	630500	607927	552061	607927	467927	467927	467927	467927	
Średnie dzienne wydobyte z jednej ściany [t/d]								4420	4420	4420	4420	4420	4420	3567	14420	3543	13817	13817	13817	13817	13817	13817	13817	13817	13817
Liczba ścian czynnych ogółem [szt]								2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2	2	
Wartość opałowa [kJ/kg]								13460	13460	13460	13460	13460	13460	10789	2115	3276	3846	4044	4226	4408	4408	4408	4408	4408	
Zawartość popiołu [%]								5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.3	5.2	4.7	4.9	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0		
Zawartość siarki [%]								1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	2.56	4.67	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	4.42	
Wydobycie z robót przygotowawczych [t]								0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
Wydobycie ze ścian [t]								185648	194489	194489	185648	203329	185648	235405	603338	500592	630500	607927	552061	607927	467927	467927	467927	467927	

Rys. 7. Harmonogram biegu ścian opracowany z wykorzystaniem informacji o zmiennej jakości węgla w ścianie  
 Figure 7. Schedule of longwall course developed using information on variable coal quality in a longwall

#### 4. PODSUMOWANIE

Serwer map to zaawansowana technologia ułatwiająca planowanie produkcji węgla kamiennego. W artykule przedstawiono niektóre możliwości wykorzystania serwera map przez zakłady górnicze oraz korzyści wynikające z jego użytkowania.

Zintegrowanie ze sobą szeregu programów ułatwia wymianę danych pomiędzy mapą numeryczną a bazą danych. Dzięki temu możliwy jest szybki dostęp do informacji geologicznych, niezbędnych podczas planowania działalności kopalń. Projektowanie eksploatacji z wykorzystaniem Numerycznego Modelu Złoża umożliwia pozyskanie danych opisujących parametry jakościowe wydobywanego węgla. Uzyskane w ten sposób informacje charakteryzuje znacznie mniejszy poziom niepewności, niż przy stosowanych dotychczas w procesie planowania narzędziach. Jakość wykorzystywanych w procesie planowania danych wpływa na wyniki finansowe zakładów górniczych.

#### 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, str. 233-238.
- [2] Klemens J., Poniewiera M. 2010: Wykorzystanie najnowszych technologii informatycznych do wsparcia procesów mierniczo-geologicznych w Kompanii Węglowej S.A. Przegląd Górniczy, t. 66 nr 10, str. 3-10.
- [3] Poniewiera, Tchorzewski S. 2012: Wykorzystanie Numerycznego Modelu Złoża do zarządzania wielkością i jakością produkcji węgla. Przegląd Górniczy, t. 68, nr 8, str. 218-224.
- [4] Poniewiera M. 2010: Model numeryczny złoża węgla kamiennego i jego praktyczne zastosowania. Wiadomości górnicze R.LXI; s. 458-465.
- [5] Maciaszek J., Gawalkiewicz R. 2007: Podstawy grafiki inżynierskiej dla studentów geodezji i inżynierii środowiska, Wydawnictwo AGH, Kraków.
- [6] Mazurek M. 2012: „Propozycja nowej formuły sprzedażnej węgla energetycznego przeznaczonego do energetyki zawodowej”; Materiały XXVI Konferencji z cyklu Zagadnienia surowców energetycznych i energii w gospodarce krajowej. Zakopane.