

Wykorzystanie Numerycznego Modelu Złoża do zarządzania wielkością i jakością produkcji węgla

Utilization of Numerical Mineral Deposit Models to management the size and quality of coal production

Autorzy:

Marian Poniewiera, Seweryn Tchórzewski

Politechnika Śląska

Słowa kluczowe: Plan Ruchu, planowanie produkcji, Numeryczny Model Złoża

Key words: Operation Plan, planning for production, Numerical Mineral Deposit Models

Streszczenie:

W artykule omówiono znaczenie planowania produkcji dla zakładów górniczych. Opisano sposób projektowania parceli przy pomocy narzędzi programu Geolisp i AutoCAD. Przedstawiono możliwości tych programów w zakresie sporządzania różnorodnej dokumentacji (raportów, wykresów, map tematycznych itp.) na podstawie danych opisowych parceli. Wymieniono korzyści płynące z zastosowania zintegrowanych systemów informatycznych w planowaniu produkcji węgla kamiennego.

Abstract:

The paper briefly presents the importance of planning the production for mines. It describes procedure of planning a longwall using tools of AutoCAD and Geolisp. It presents the possibility of these programs in the preparation of various documents (reports, charts, thematic maps, etc.) based on descriptive data of longwall. Exchange the benefits of using the integrated information systems in the planning of coal production.

1. Wstęp

Istniejące przepisy prawne nakładają na zakłady górnicze obowiązek sporządzenia Planu Ruchu. Niezbędne do jego wykonania informacje dotyczące: potencjału złoża, technicznych możliwości eksploatacji złoża oraz możliwości zbytu węgla, należy ze sobą skoordynować. Ze względu na dużą ilość opracowywanych danych konieczne jest prowadzenie ciągłej kontroli poprawności procesu planowania. Zastosowanie zintegrowanych systemów informatycznych w planowaniu produkcji usprawnia ten proces i jednocześnie zmniejsza ryzyko popełnienia błędu.

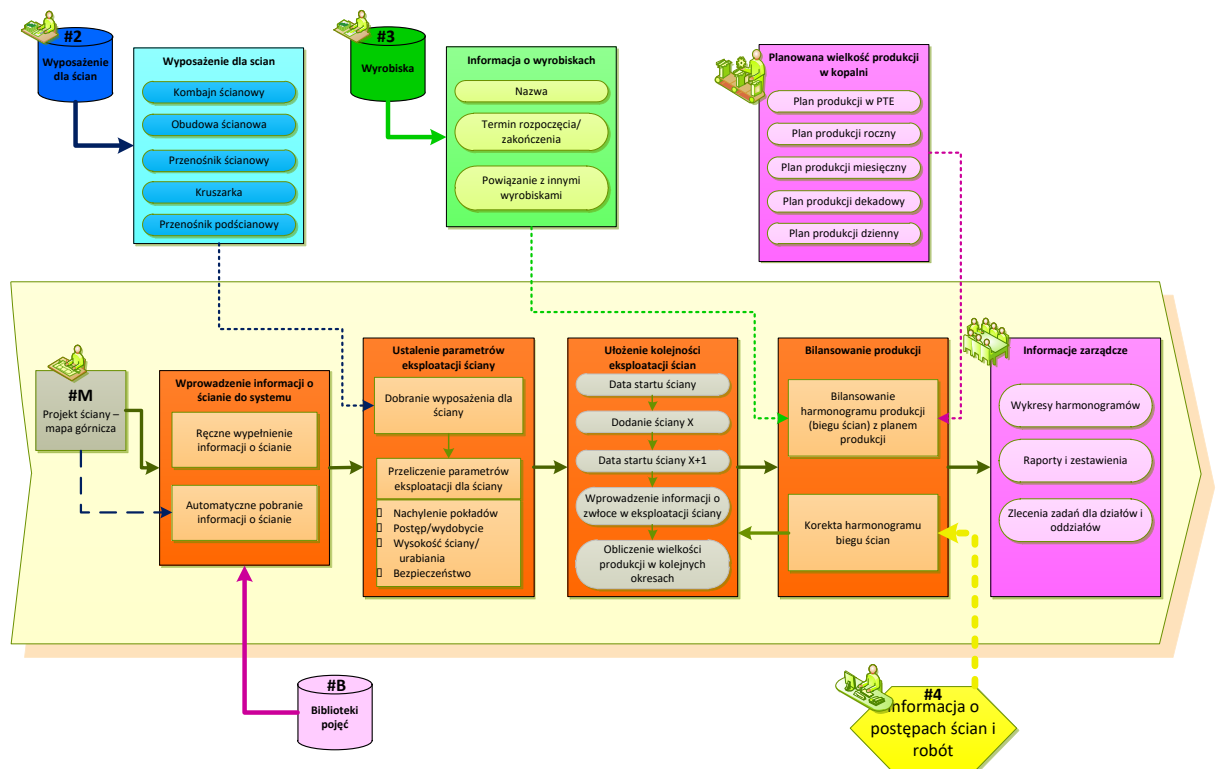
Numeryczny Model Złoża to narzędzie umożliwiające pozyskiwanie, gromadzenie i przetwarzanie danych oraz sporządzenie wielowariantowych analiz danego zjawiska.

System Geolisp wyposażony jest w narzędzia przydatne do wykonania mapy do celów projektowych. Dane, niezbędne do prawidłowego zaprojektowania parceli, są pobierane z istniejących w rysunku powierzchni trójkątów TIN.

2. Planowanie robót górniczych

Planowanie produkcji węgla w kopalni węgla kamiennego odbywa się często z wieloletnim wyprzedzeniem. Wynika to z charakteru robót górniczych, a mianowicie wielomiesięcznego (często nawet kilkuletniego) okresu czasu, w jakim roboty te są wykonywane. Wiedza o terminie realizacji poszczególnych prac oraz wynikających z tego konsekwencjach techniczno-ekonomicznych często decyduje o wynikach osiągniętych przez poszczególne kopalnie oraz całe grupy kopalń.

Na rysunku 1 zaprezentowano podstawowe elementy składające się na system planowania oraz monitorowania robót górniczych w kopalni.



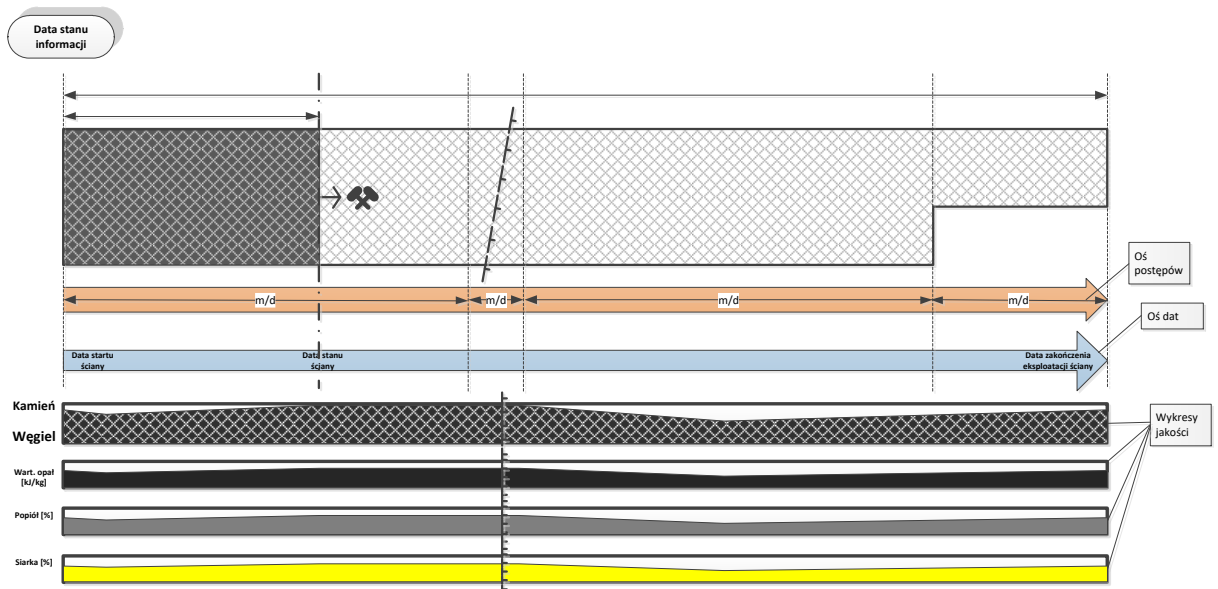
Rysunek 1. Podstawowe elementy systemu planowania oraz monitorowania robót górniczych w kopalni

Figure 1. Basic elements of the planning system and monitoring of mining operations at the mine

Źródło: opracowanie własne

Opisanie parametrów ilościowych oraz jakościowych (Q, A, S) węgla planowanego do eksploatacji, pozwala na precyzyjne planowanie procesu produkcji oraz sprzedaży węgla. Posiadając wiedzę odnośnie projektowanej eksploatacji jesteśmy w stanie zaprojektować

produkcję tak, aby w najlepszy możliwy sposób spełniała wymagania stawiane przez odbiorcę. Dokładne oszacowanie parametrów węgla, jakich można spodziewać się wraz z postępem robót górniczych, zmniejsza ryzyko konieczności sprzedaży węgla po niższej cenie, lub wręcz skierowania go na zwały. Na rysunku 2 zaprezentowano wizualizację zmiany parametrów jakości węgla wraz z wybiegiem ściany.



Rysunek 2. Wizualizacja zmiany parametrów jakości węgla wraz z wybiegiem ściany

Figure 2. Visualization of the change parameters coal quality together with panel's length

Źródło: opracowanie własne

3. Wykorzystanie powierzchni TIN

Powierzchnia TIN (Triangulated Irregular Network) jest tu rozumiana jako siatka trójkątów oparta na pewnej ilości punktów posiadających współrzędne płaskie oraz liczbowy parametr np. zasiarczenie węgla. Taka powierzchnia może być zwizualizowana np. poprzez izoliny, istnieje możliwość obliczenia objętości między powierzchniami np. stropu i spągu pokładu.

Modelowanie Numerycznego Modelu Złoża to tworzenie szeregu powierzchni dla danych takich jak: poziom wodonośny, spąg pokładu, zasiarczenie węgla itp., wiernie oddających strukturę stratygraficzno-litologiczną i tektoniczną złoża.

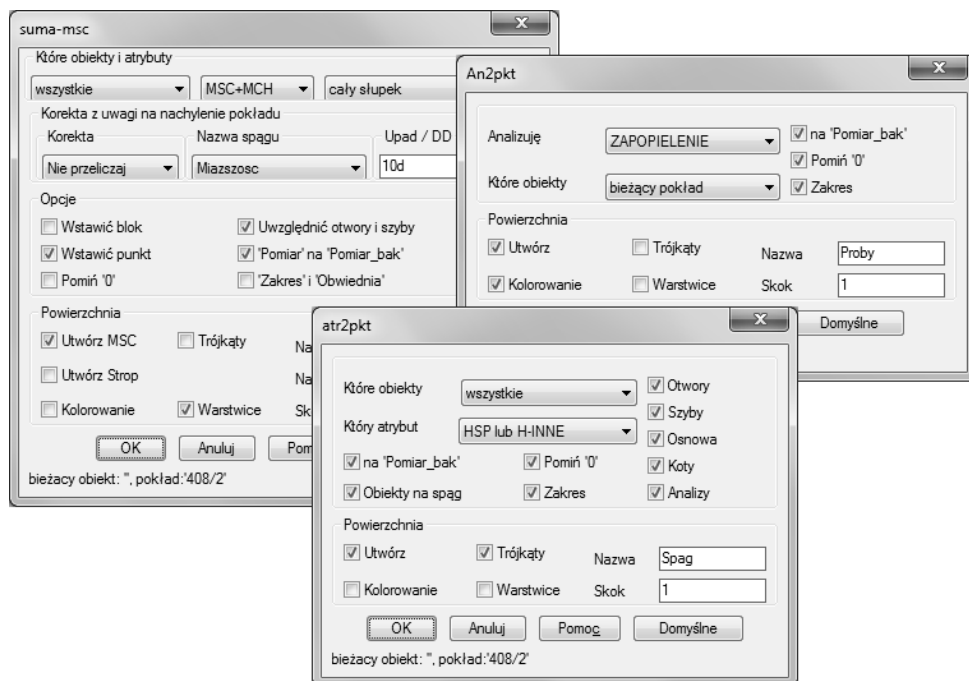
Moduł „Przygotowanie produkcji” programu Geolisp umożliwia utworzenie mapy do celów projektowych. Do jego poprawnego działania niezbędne jest istnienie w rysunku następujących powierzchni TIN: spągu, miąższości, typu węgla, zapopielenia, gęstości, zasiarczenia, wartości opałowej, miąższości węgla, miąższości przyrostów, strat miąższości węgla.

W programie AutoCAD Civil do definicji powierzchni można dodać punkty z następujących obiektów rysunku: punktów, linii, bloków, tekstów, powierzchni 3D, warstw, linii nieciągłości lub wczytać punkty z plików zewnętrznych. Wartość współrzędnej Z dodawanych punktów musi

być równa wartości modelowanego parametru. W zależności od potrzeb utworzoną powierzchnię można uprościć, zmniejszając liczbę punktów lub liczbę trójkątów na niej, przy zachowaniu dokładności powierzchni lub też wygładzić, dodając punkty na rzędnych ustalonych przez program.

System Geolisp umożliwia utworzenie punktów na podstawie obiektów mapy numerycznej: analizy chemicznej, miąższości, punktów osnowy, kot wysokościowych, otworów geologicznych, szybów. Współrzędne X, Y punktu pokrywają się z punktem wstawienia bloku, wartość Z odpowiada wartości wybranego atrybutu. Podczas wstawiania punktów do rysunku można utworzyć powierzchnię dla wskazanego atrybutu i wybrać sposób jej wizualizacji.

Narzędzia programu Geolisp wykorzystywane do tworzenia powierzchni TIN na podstawie atrybutów bloków przedstawia rysunek 3.



Rysunek 3. Tworzenie powierzchni przy pomocy narzędzi programu Geolisp

Figure 3. Creating a surface by means of tools Geolisp

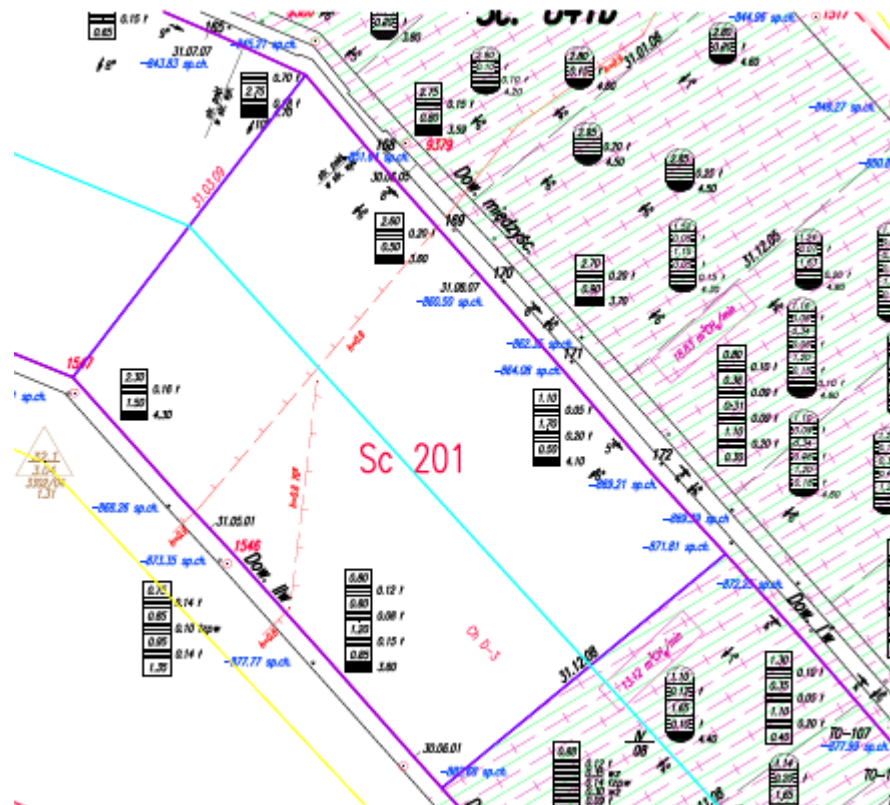
Źródło: opracowanie własne

Przydatność powierzchni do celów projektowych zależy od jakości danych, na podstawie których została ona utworzona. Dlatego należy przeprowadzić kontrolę rzędnych wysokościowych punktów tworzących tę powierzchnię, a także dodać do niej linie nieciągłości (uskoki, linie wycienienia, zrostu pokładu itp.). Powierzchnia powinna obejmować cały przedmiotowy obszar, w przypadku braku danych pomiarowych AutoCAD Civil umożliwia predykcję (kriging) wybranego parametru w zadanym obszarze.

4. Przygotowanie mapy do celów projektowych

4.1 Wiadomości wstępne

Projektowanie parceli należy rozpocząć od obrysowaniu jej konturów przy pomocy polilinii 2d. Następnie należy narysować oś tej parceli umieszczając jej wierzchołki w miejscach, w których program ma pobierać dane z powierzchni. Metr bieżący liczony jest wzdłuż osi ściany. Zaprojektowanym w ten sposób obiektom nadaje się dane opisowe, które program pobiera z Numerycznego Modelu Złoża (utworzonych powierzchni TIN). Dołączone do obiektów tabele z danymi można podglądać i edytować korzystając z odpowiednich procedur programu AutoCAD. Można je również przechowywać w zewnętrznej bazie danych lub tworzyć na ich podstawie dokumentację (raporty, wykresy itp.).



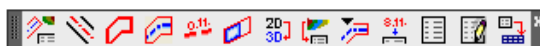
Rysunek 4. Fragment projektowanej parceli

Figure 4. Part of the planning longwall

Źródło: opracowanie własne

4.2 Narzędzia wykorzystywane podczas tworzenia mapy do celów projektowych

Programy niezbędne podczas tworzenia mapy do celów projektowych można uruchomić z menu: *przygotowanie produkcji* lub z paska narzędzi *menu_TPP* (rysunek 5).



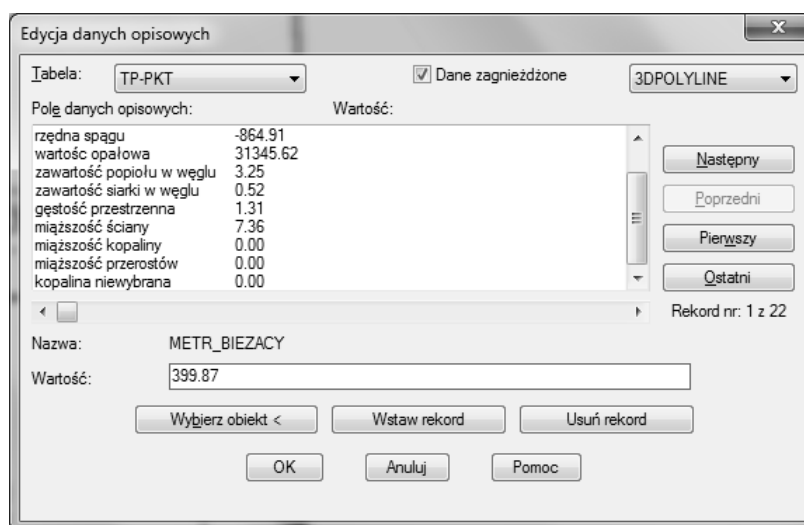
Rysunek 5. Pasek narzędzi „menu: przygotowanie produkcji”

Figure 5. Toolbar “menu: planning the production”

Źródło: opracowanie własne

Poniżej pokrótce opisano niektóre z możliwości programu Geolisp przydatne podczas tworzenia mapy do celów projektowych:

- Utworzenie osi projektowanej parceli lub wyrobiska korytarzowego. Wzdłuż zaprojektowanych linii będzie liczony metr bieżący, w punktach załamania osi program pobiera dane z powierzchni TIN.
- Wykonanie obrysu projektowanej ściany przy pomocy zamkniętej polilinii 2d.
- Zaprojektowanie linii postępu ściany.
- Podział projektowanej ściany na moduły (obszary ograniczone zamkniętą polilinią 2d) na podstawie całej parceli i wskazanych linii np. linii postępu miesięcznego.
- Dołączenie projektowanym elementom danych opisowych w postaci tabel. Tabele składają się z więcej niż jednego rekordu, do ich edycji i podglądu należy korzystać z odpowiednich narzędzi AutoCADa (rysunek 6).



Rysunek 6. Okno dialogowe „edycja danych opisowych”

Figure 6. Dialog box "edit object data"

Źródło: opracowanie własne

Dane opisowe pobierane są z istniejących w rysunku powierzchni TIN: spągu, miąższości, typu węgla, zapozielenia itp. Obiekty, którym są one dodawane powinny znajdować się wewnątrz granic powierzchni. Jeśli znajdują się poza nimi, program poinformuje o tym i zaznaczy błędne miejsca.

Dzięki temu, że atrybuty przechowywane są w danych opisowych programu AutoCAD Map możliwe jest ich zewnętrzne przechowywanie np.: w relacyjnej bazie Oracle lub w formacie arkusza kalkulacyjnego Excel.

- Nadanie wartości rzędnej wysokościowej wybranym liniom na podstawie istniejących w rysunku punktów lub powierzchni TIN. Linia będzie lepiej przylegać do powierzchni, a tym samym tworzone na jej podstawie wykresy będą dokładniejsze, jeżeli wstawione zostaną na niej punkty pośrednie. W przypadku zbyt dużej liczby wierzchołków można zmniejszyć ich liczbę.
- Przeniesienie wartości daty do danych opisowych osi lub parceli.
- Nadanie projektowanej ścianie wartości metra bieżącego na podstawie osi tej ściany.
- Eksport informacji opisujących wskazaną ścianę do pliku tekstowego (należy wskazać obrys parceli i jej oś). Plik ten może być łatwo zaimportowany do każdego systemu.

Projektowane elementy mapy są automatycznie przypisane do odpowiednich warstw.

4.3 Struktura danych

W tabelach 1 i 2 przedstawiono wykaz danych opisowych parceli eksploatacyjnej i punktów załamania osi parcel.

Tabela 1. Atrybuty punktu osi wyrobiska
Table 1. Attributes of the axis point of the excavation
Źródło: opracowanie własne

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
ZAPOPIELENIE	zawartość popiołu w węglu	real	MSC_W_STRATY	kopalina niewybrana	real
ZASIARCZENIE	zawartość siarki w węglu	real			

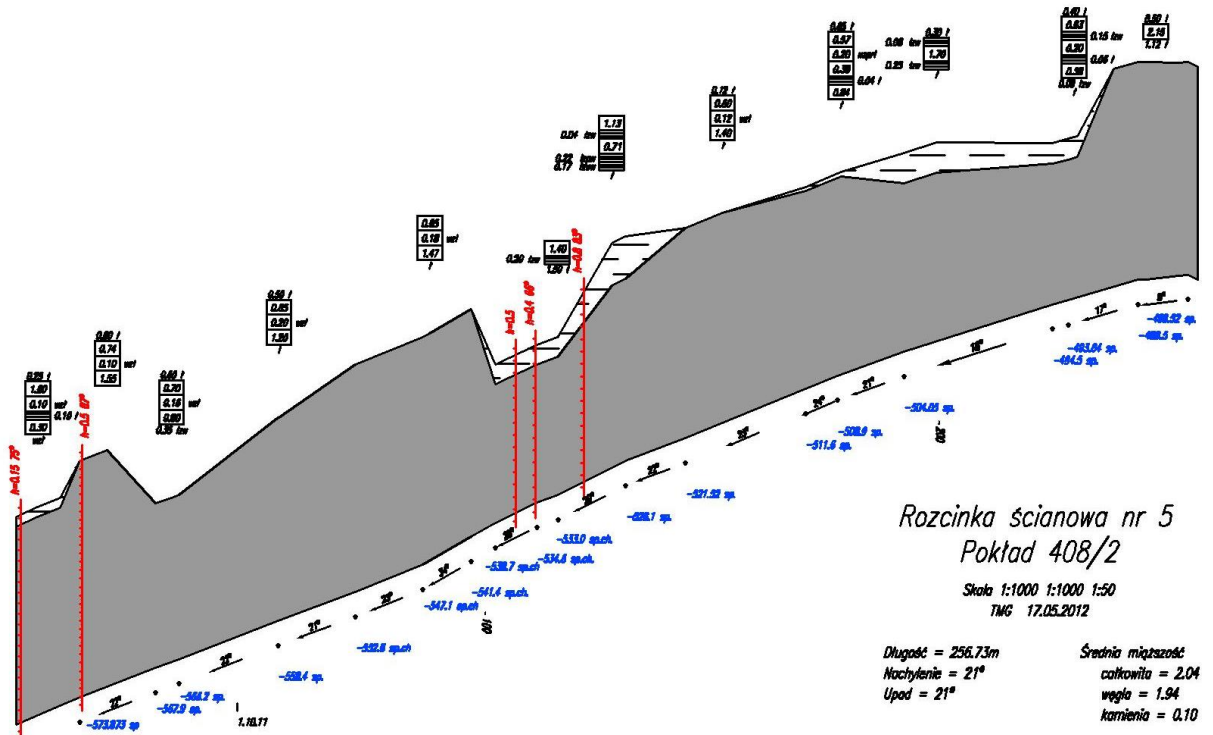
Tabela 2. Atrybuty wyrobiska
 Table 2. Attributes of the excavation
 Źródło: opracowanie własne

Kolumna	Opis	Typ	Kolumna	Opis	Typ
NAZWA_POKLADU	nazwa pokładu	character	OBJETOSC	objętość parceli	real
NAZWA_WYROBISKA	nazwa ściany	character	SPAG	średnia rzędna spągu	real
MB_ROZRUCHU	początkowy metr bieżący	real	UPAD	kąt nachylenia pokładu	real
MB_ZAKONCZENIA	końcowy metr bieżący	real	WARTOSC_OPALOWA	wartość opałowa	real
BIEZACY_MB	aktualny metr bieżący	real	ZAPOPIELENIE	zawartość popiołu w węglu	real
DATA_ROZRUCHU	data rozpoczęcia eksploatacji	real	ZASIARCZENIE	zawartość siarki w węglu	real
DATA_ZAKONCZENIA	data zakończenia eksploatacji	real	GESTOSC	gęstość przestrzenna	real
BIEZACA_DATA	data ostatniego pomiaru	real	TYP_WEGLA	typ węgla	real
MIAZSZOSC	całkowita miąższość ściany	real	RODZAJ_FILARA	rodzaj filara ochronnego	character
MSC_WEGIEL	miąższość kopaliny	real	KATEGORIA_POZNANIA	kategoria poznania złoża	character
MSC_PRZEROSTY	miąższość przerostów	real	RODZAJ_ZASOBOW	rodzaj zasobów	character
MSC_W_STRATY	kopalina niewybrana	real	WSPOLCZYNNIK_OSIADANIA	współczynnik osiadania	real
POLE	pole powierzchni parceli	real			

5. Wykonywanie analiz i raportów

5.1. Sporządzanie wykresów parametrów

Wykres można sporządzić dla dowolnego atrybutu wskazanej osi ściany. Dane wykorzystywane do wykonania wykresu zapisywane są do pliku tekstowego, który można podejrzeć i edytować.



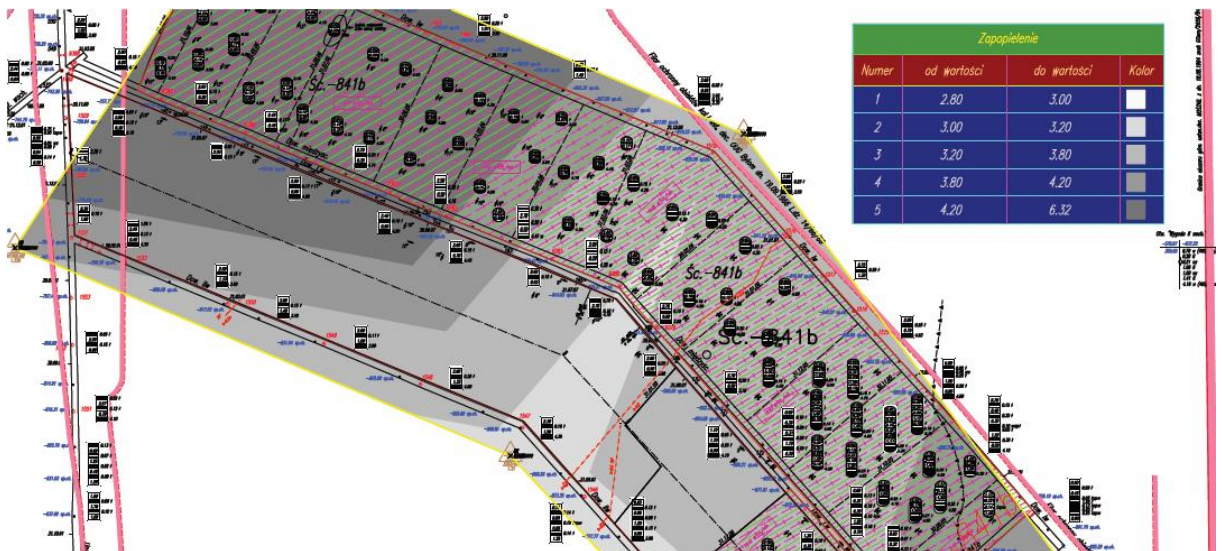
Rysunek 7. Wykres miąższości ściany

Figure 7. Chart of longwall thickness

Źródło: opracowanie własne

5.2. Wizualizacja utworzonej powierzchni

Każdą z utworzonych w rysunku powierzchni można zobrazować przy pomocy mapy hipsometrycznej, siatki trójkątów, warstwic oraz izolinii.



Rysunek 8. Mapa hipsometryczna obrazująca wartość zapopielenia parceli

Figure 8. Hypsometric map showing the ash content of longwall

Źródło: opracowanie własne

5.3. Tworzenie zapytań do parcel

Wybrane obiekty mają przypisane dane opisowe, co pozwala np. na wyszukanie parcel spełniających zadane kryteria, sporządzanie raportów, podkolorowanie, zakreskowanie itp.

Przy pomocy programu AutoCAD można przywołać, z dołączonych rysunków, wybrane obiekty rysunkowe. Kryterium wyszukiwania obiektów może być: położenie, właściwości, dane i zapytanie SQL. Przywołane w ten sposób obiekty można podejrzeć, edytować a następnie zapisać w nowym rysunku lub w rysunku, z którego zostały skopiowane.

5.4. Mapa tematyczna na bazie topologii

Korzystając z narzędzi programów Geolisp i AutoCAD można wykonać mapę tematyczną na podstawie zbudowanej wcześniej topologii. Do utworzenia mapy można wykorzystać: właściwości obiektu (np. wysokość, kolor tekstu), tabele danych obiektu (atrybuty bloków, danych opisowych) lub dane z zewnętrznej bazy danych.

6. Podsumowanie

Planowanie produkcji węgla kamiennego w oparciu o zintegrowany system informatyczny podnosi jego efektywność, ułatwia wykonanie oraz pozwala na eliminację błędów wynikających z „ręcznego” opracowania danych. Wszystkie niezbędne dane są zgromadzone w Numerycznym Modelu Złoża, dzięki czemu dostęp do nich jest prostszy i szybszy.

System Geolisp został wyposażony w narzędzia ułatwiające utworzenie mapy do celów projektowych. Projektowanym parcelom nadaje się dane opisowe, które program pobiera z istniejących w rysunku powierzchni trójkątów TIN. Na podstawie tych danych można wykonać m.in.: wykresy parametrów projektowanej ściany, raporty, mapy tematyczne.

Praca została zrealizowana w ramach projektu 0967/R/T02/2010/10 finansowanego ze środków NCBIR.

Literatura:

- [1] Pomykoł M., Poniewiera M.: Numeryczne projektowanie w geodezji górniczej, Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2009.
- [2] Poniewiera M.: Model numeryczny złoża węgla kamiennego i jego praktyczne zastosowania. Wiadomości górnicze R.LXI 2010; s. 458–465.
- [3] Tchórzewski S.: Wymagania wobec informatycznego systemu planowania i monitorowania robót górniczych w kopalni węgla kamiennego. Przegląd Górniczy nr 9, 2011; s. 160 – 163.
- [4] Geomatyka górnicza – praktyczne zastosowania: monografia: praca zbiorowa pod red. nauk. Artura Dyczko i Artura Krawczyka, Wydawnictwo Fundacji dla AGH, 2011.