

Ryszard Frankowski, Andrzej Gądek***

AKTUALIZACJA MODELU STRATYGRAFICZNEGO ZŁOŻA WĘGLA BRUNATNEGO BEŁCHATÓW — POLE BEŁCHATÓW PRZY UŻYCIU OPROGRAMOWANIA MINCOM

1. Utworzenie modelu

Cyfrowy Model złoża „Bełchatów” został stworzony w roku 2005 w ramach współpracy Działu Geologicznego PGE KWB „Bełchatów” SA i Katowickiego oddziału firmy Mincom International. Przedsięwzięcie to opisane jest w artykule „Cyfrowy model stratygraficzny złoża węgla brunatnego stworzony przy użyciu oprogramowania górniczego Minescape firmy Mincom” opublikowanym w materiałach konferencyjnych IV Międzynarodowego Kongresu Węgla Brunatnego.

Od tego czasu model służy do projektowania eksploatacji górniczej, w tym dokumentowania projektów zabierek i obliczeń zasobów na potrzeby krótko- i długoterminowego projektowania eksploatacji.

2. Potrzeba aktualizacji modelu

Od czasu zainicjowania modelu w 2005 do końca roku 2008 w bazie danych otworów geologicznych prowadzonej przez Dział Geologiczny PGE KWB „Bełchatów” SA i Poltegor-Institut, w obszarze pola „Bełchatów” przybyło około 200 otworów, głównie w południowo-zachodniej części obszaru pola Bełchatów. Ponadto, skartowano wiele kilometrów skarp roboczych poszczególnych poziomów eksploatacyjnych Odkrywki Bełchatów.

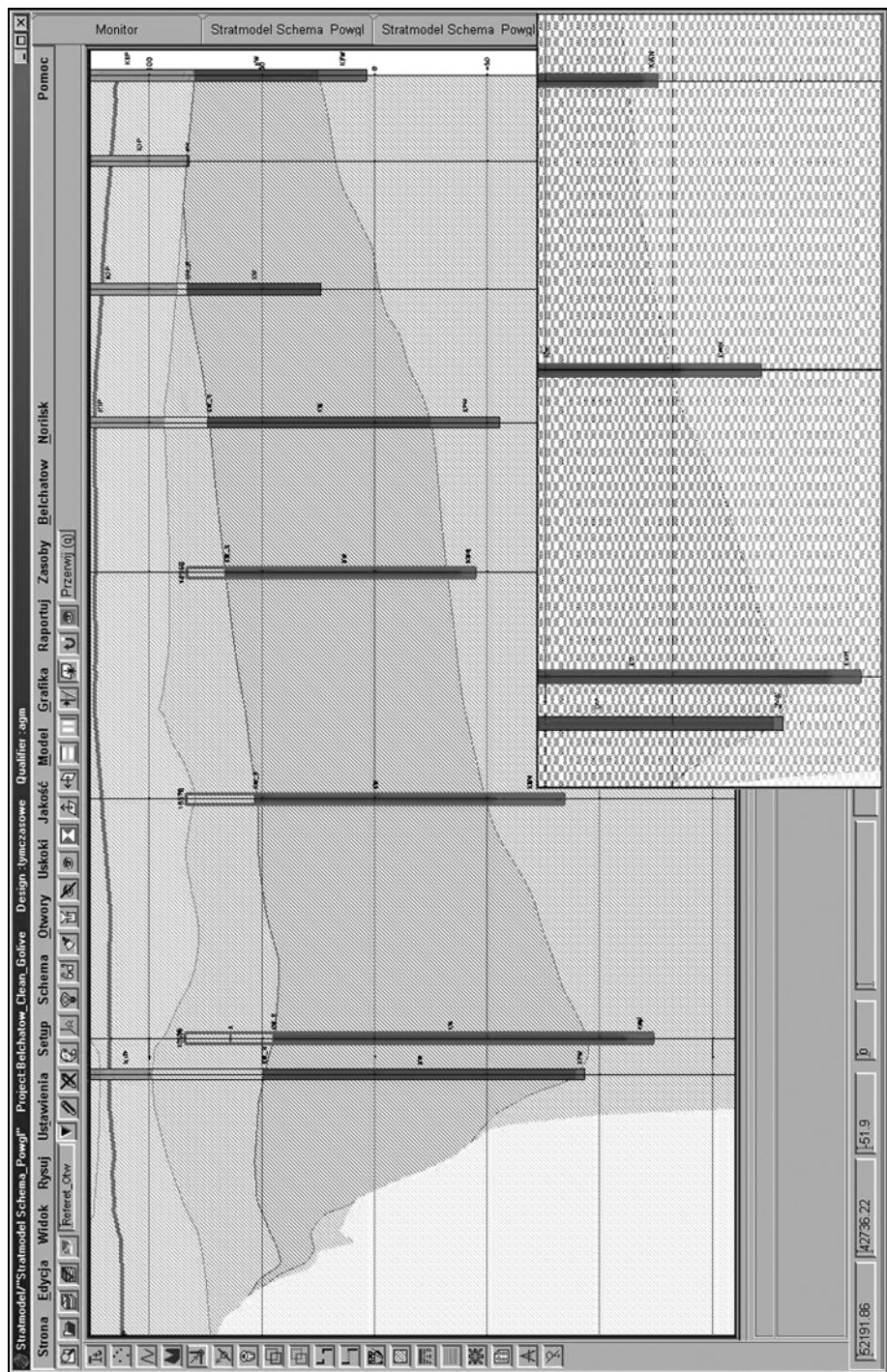
Wszystkie otwory wprowadzone do bazy danych otworów zostały sprawdzone pod kątem ich zgodności z dotychczasowym modelem złoża. W większości przypadków nowe otwory wykazują różnicę pomiędzy dotychczasowym modelem a faktyczną strukturą głównych warstw stratygraficznych ujawnioną tymi nowymi otworami.

* PGE KWB „Bełchatów” SA, Rogowice

** Mincom International, Katowice



Rys. 1. Lokalizacja nowych otworów w obszarze pola Belchatów



Rys. 2. Nowe otwory wskazują na potrzebę aktualizacji modelu

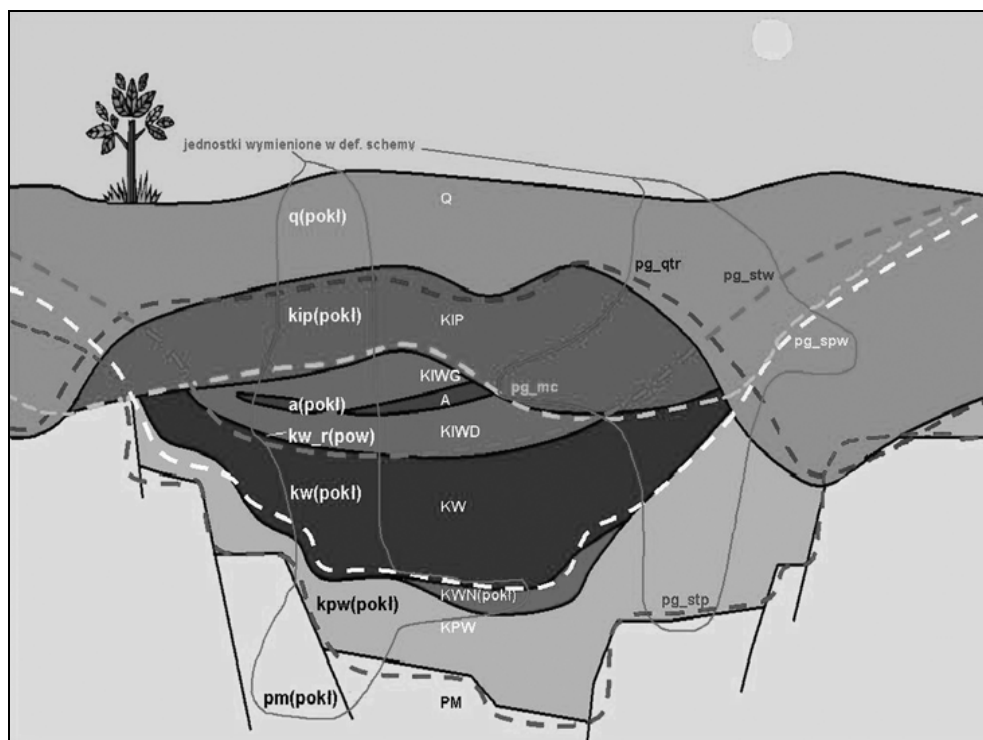
3. Aktualizacja modelu

3.1. Powierzchnie główne stratygraficzne podlegające modelowaniu

Dla potrzeb modelowania wydzielono następujące kompleksy warstw i główne powierzchnie które podlegają modelowaniu:

- Czwartorzęd (Q),
- Kompleks Ilasto-Piaszczysty (KIP),
- Kompleks Ilasto-Węglowy (KIW),
- Kompleks Węglowy (KW),
- Nieproduktywna część Kompleksu Węglowego (KWN),
- Kompleks Podwęglowy (KPW),
- Podłoże Mezozoiczne (PM).

Rysunek 3 przedstawia następstwo stratygraficzne tych warstw i zależności między nimi.

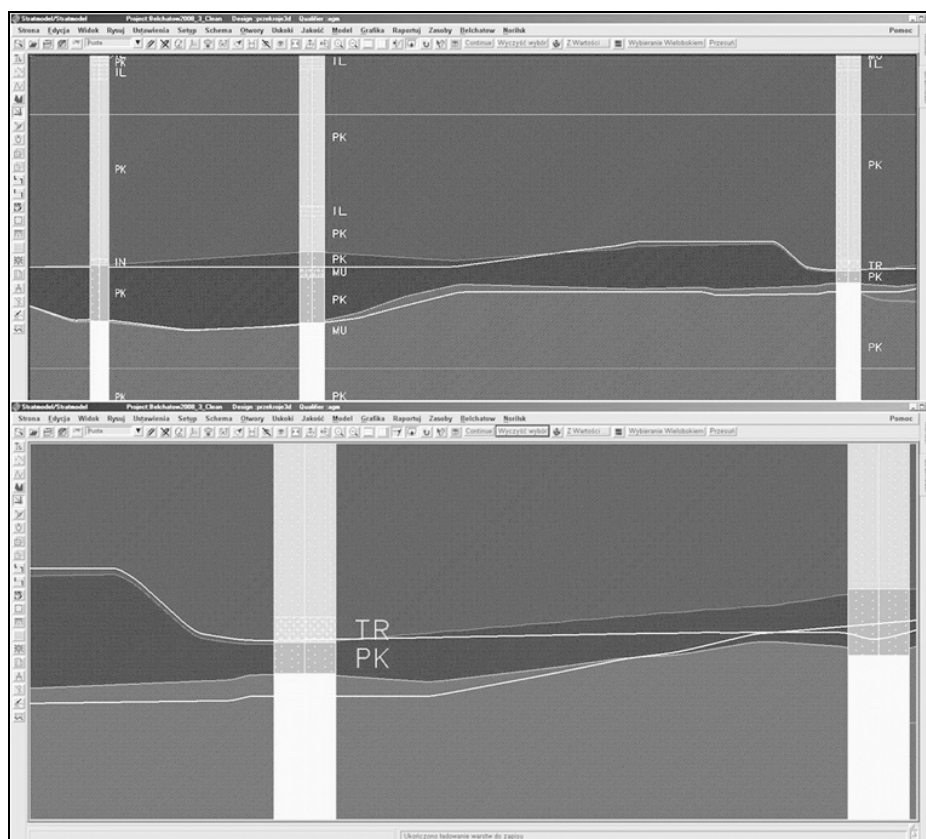


Rys. 3. Warstwy i powierzchnie stanowiące składowe modelu stratygraficznego

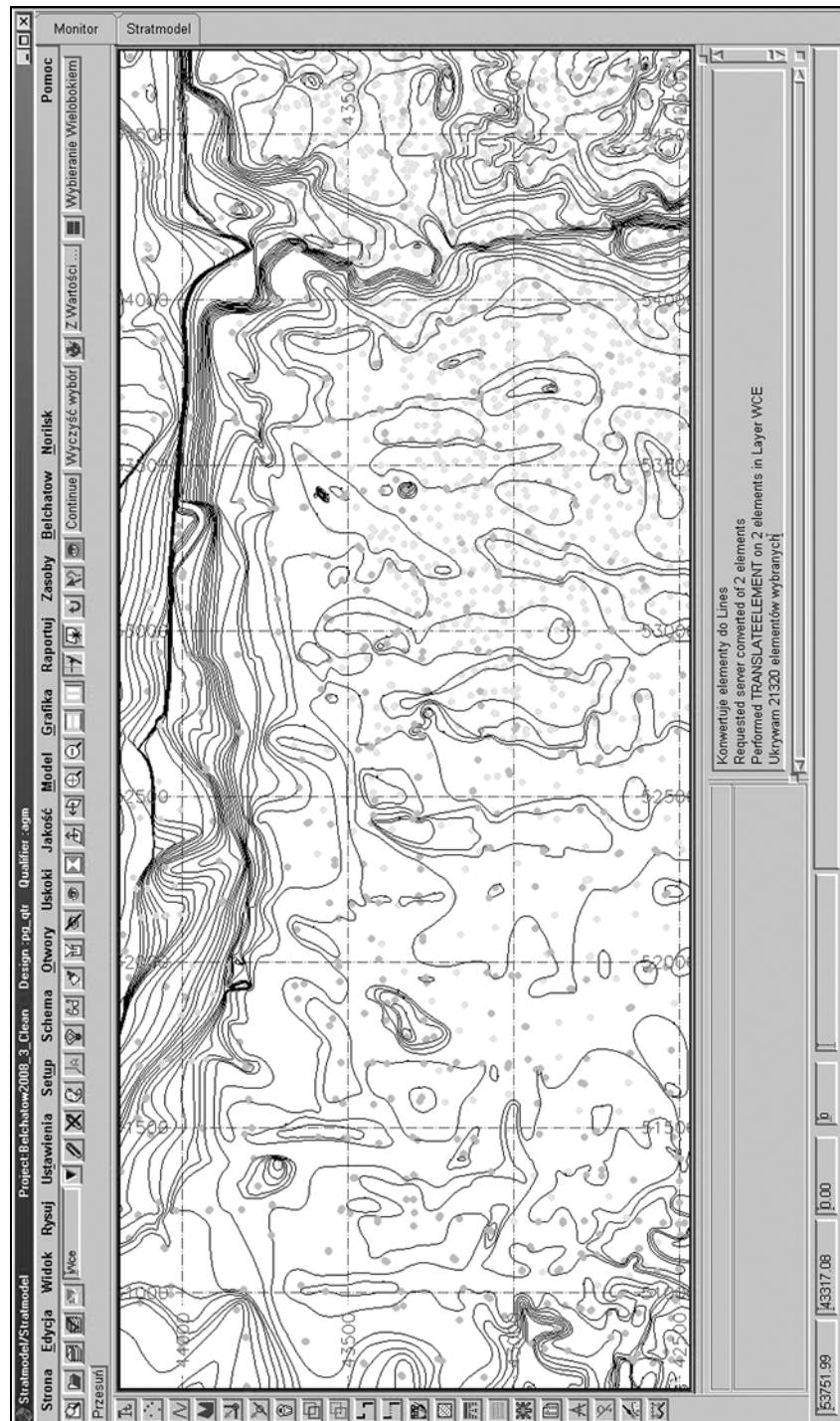
3.2. Trendy dla modelowanych powierzchni

Specyficzna funkcjonalność systemu MineScape™ pozwala wykorzystywać powierzchnie stworzone poza modelem stratygraficznym (poza modulem StratModel) w taki sposób, że taka zewnętrzna powierzchnia nadaje trendy wskazanej powierzchni modelowanej w oparciu o dane z otworów.

Jak to opisano w poprzednim referacie, dotyczącym w/w tematyki, opublikowanym w materiałach IV Międzynarodowego Kongresu Węgla Brunatnego, powierzchnie stanowiące granice głównych warstw stratygraficznych modelowane są z wykorzystaniem takich właśnie powierzchni nadających trendy. Poza systemem MineScape™, ręcznie oraz przy użyciu innego oprogramowania, utworzone zostały powierzchnie izoliniowe (powierzchnie oparte na izoliniach), które uwzględniają nie tylko dane z otworów, ale również obserwacje i pomiary terenowe. W ramach aktualizacji modelu izolinie wyznaczające trendy dla modelowanych powierzchni, zostały utworzone w oparciu o ich dotychczasową formę oraz aktualny zasób danych otworowych i geodezyjnych (obserwacje terenowe).



Rys. 4. Wpływ powierzchni nadającej trend na powierzchnię modelowaną (białe linie przedstawiają powierzchnie trendów)



Rys. 5. Izolinie trendów dla spagu Czwartorzędu (kropki oznaczają stwierdzenia otworowe)

3.3. Powierzchnia nadająca trend spągowi warstwy Q

Na rysunku 3, powierzchnia ta jest oznaczona symbolem „pg_qtr”. Jest to powierzchnia erozyjna i w niektórych miejscach budowanego modelu wszystkie warstwy zalegające poniżej niej, zostały przez nią erozyjnie usunięte. Z tego względu, jest to powierzchnia wyjątkowa i jako jedynej izolinii powierzchni „pg_qtr” występują na całym obszarze modelu. Izolinie te stworzone zostały przez personel Działu Geologicznego PGE KWB „Bełchatów” SA w taki sposób, że ich niezgodność ze stwierdzeniami otworowymi utrzymana jest w granicach ± 5 m. System Minescape™ pozwala szybko skontrolować zgodność rysowanych, ręcznie lub przy użyciu innego oprogramowania, izolinii ze stwierdzeniami otworowymi i wskazuje na wymagane korekty. Na podstawie tak przygotowanych izolinii stworzono zestaw trójkątów. Trójkąty wyznaczają geometrię powierzchni nadającej trendy spągowi Czwartorzędu w modelowaniu komputerowym.

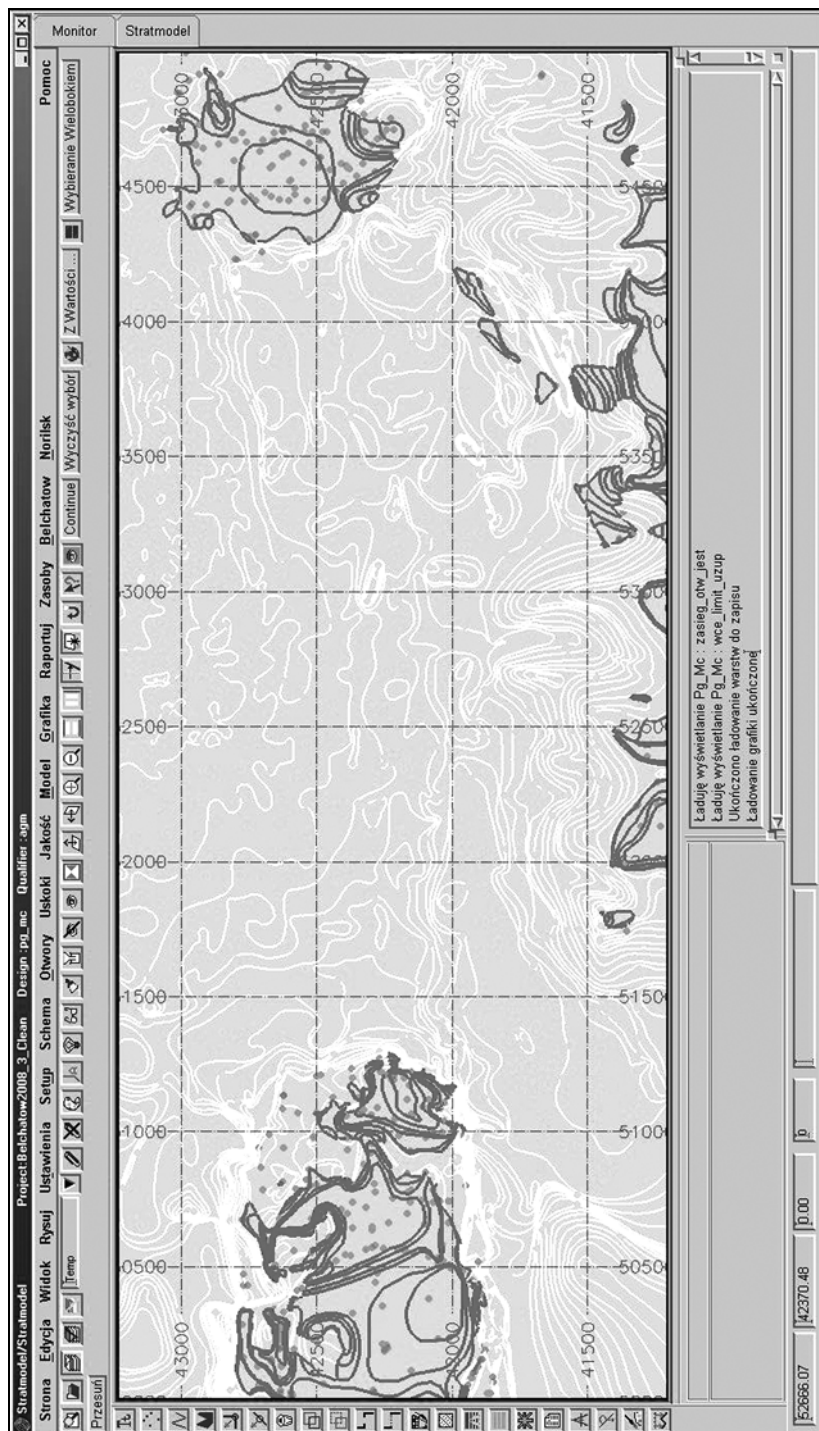
3.4. Powierzchnia nadająca trend spągowi warstwy KIP

Na rysunku 3, powierzchnia ta jest oznaczona symbolem „pg_mc”. Jest to również powierzchnia erozyjna i w niektórych miejscach modelu wszystkie warstwy zalegające poniżej, objęte są erozją ze strony tej powierzchni, jednak ona sama często jest erozyjnie usunięta (powierzchnia spągu Czwartorzędu leżącej powyżej). Z tego względu, izolinie powierzchni „pg_mc” narysowane zostały jedynie na obszarze, w którym powierzchnia ta zalega poniżej spągu Czwartorzędu. W późniejszym etapie prac, izolinie zostały uzupełnione w obszarach erozyjnego naruszenia powierzchni, jednak z dochowaniem zasady, że uzupełniające izolinie przebiegają ponad powierzchnią erozyjną (w tym przypadku ponad spągiem Czwartorzędu — odtworzono teoretyczny przebieg tej powierzchni przed jej erozyjnym usunięciem). W ten sposób spełniono wymóg obecności powierzchni trendu na całym obszarze modelu. Na poniższej ilustracji izolinie wyróżnione kolorem czerwonym, to odtworzony przebieg powierzchni spągu kompleksu ilasto-piaszczystego w miejscach gdzie została ona erozyjnie usunięta przez późniejszą erozję czwartorzędową. Na podstawie tak przygotowanych izolinii stworzono zestaw trójkątów i trójkąty te stanowią powierzchnię nadającą trendy spągowi Kompleksu Ilasto-Piaszczystego (KIW) w modelowaniu komputerowym.

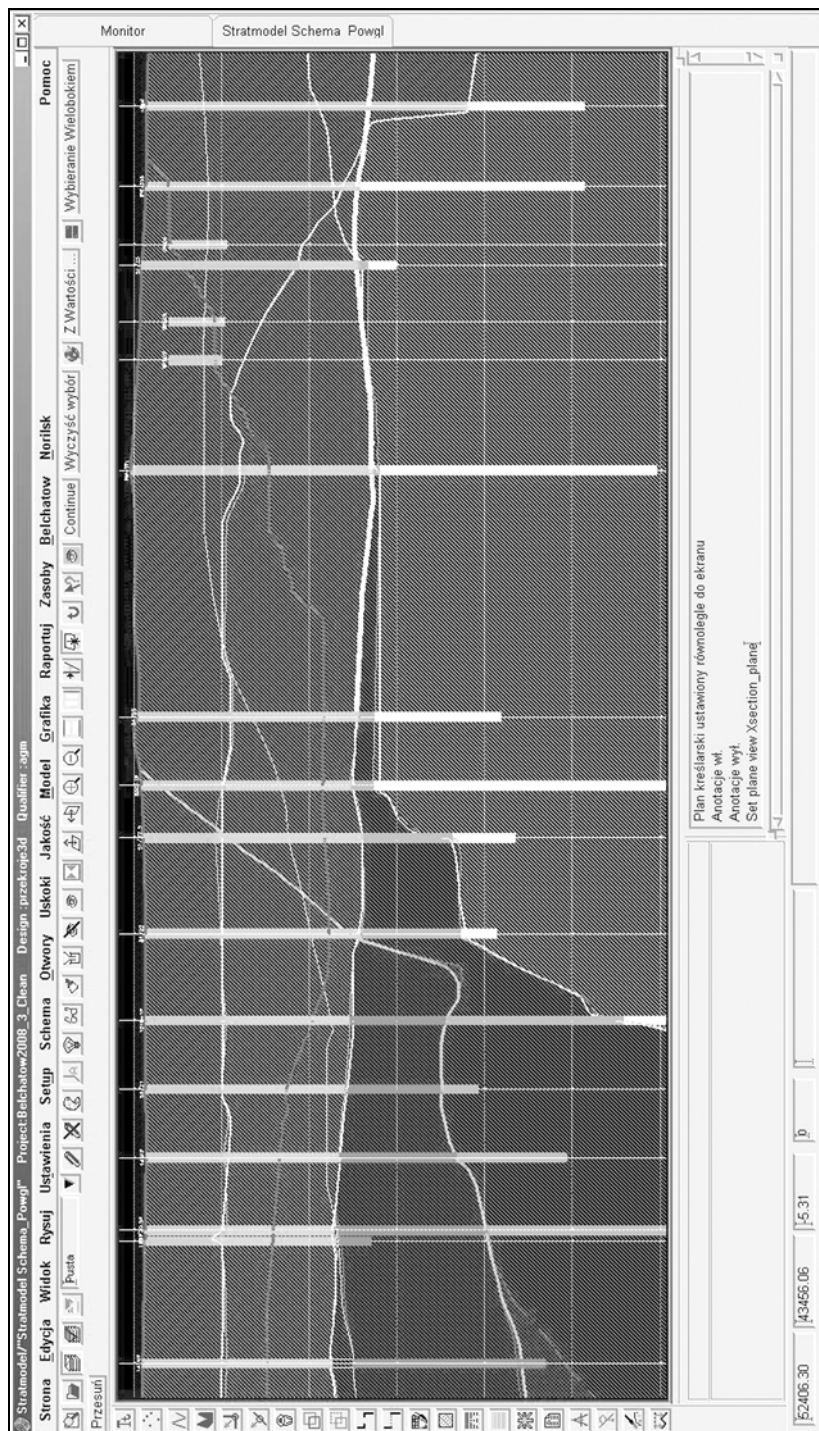
3.5. Pozostałe powierzchnie nadające trendy modelowanym warstwom

Pozostałe powierzchnie modelowane z wykorzystaniem izolinii nadających trendy to:

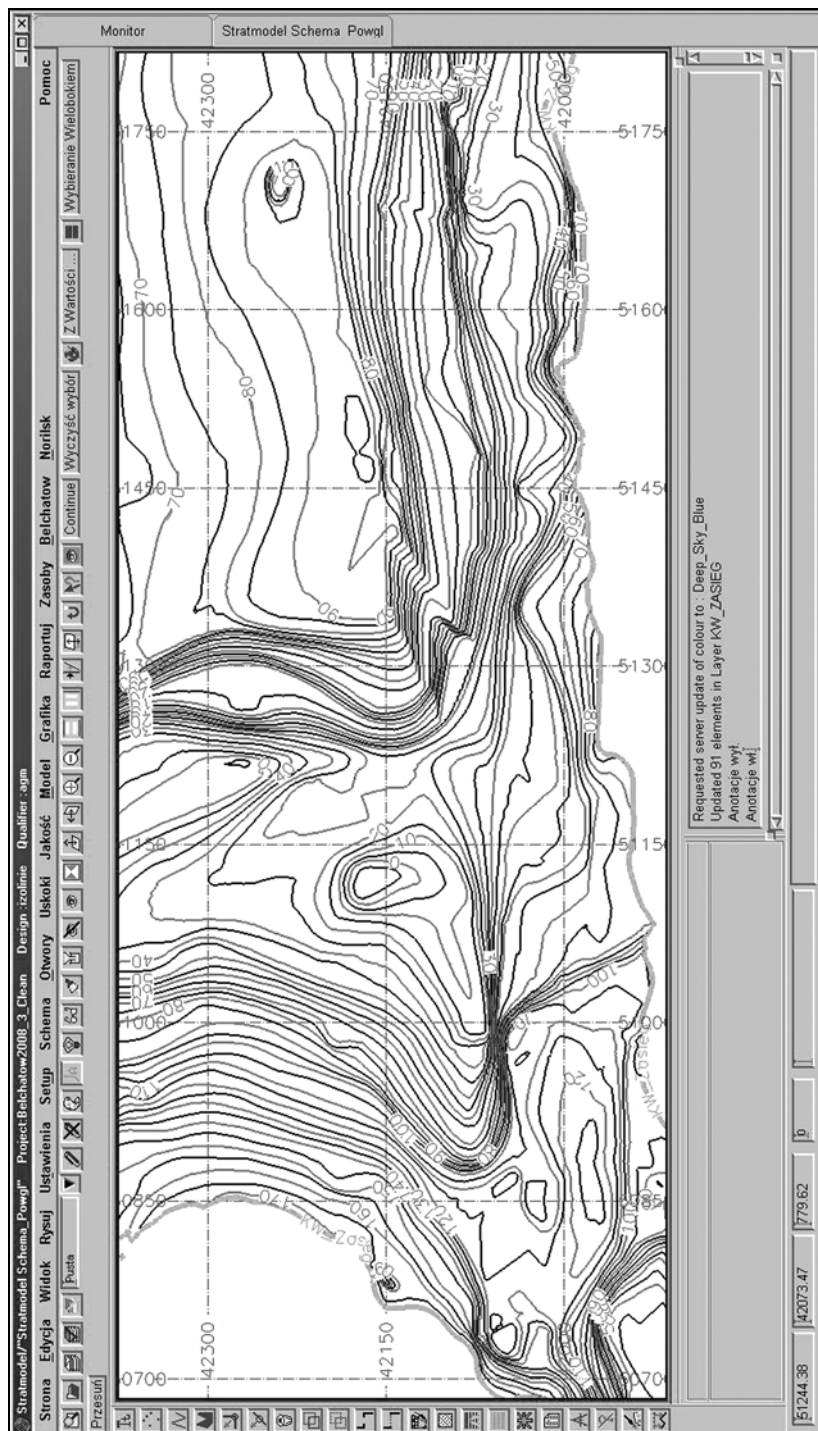
- strop Kompleksu Węglowego (STW) modelowana z wykorzystaniem izolinii trendów nakreślonych w oparciu o stwierdzenia spągu Kompleksu Ilasto-Węglowego (patrz rysunek 3 — powierzchnia „pg_stw”);
- spąg Kompleksu Węglowego (SPW) analogicznie modelowana z wykorzystaniem izolinii trendów nakreślonych w oparciu o stwierdzenia spągu Kompleksu Węglowego (powierzchnia „pg_spw” na rys. 3);



Rys. 6. Izolinie trendów dla spagu Kompleksu Ilasto-Piaszczystego (niebieskie kropki oznaczają stwierdzenia otworowe)



Rys. 7. Fragment przekroju przez model stratygraficzny warstw głównych



Rys. 8. Fragment planu warstwicowego spagu Kompleksu Węglowego w sąsiedztwie wysadu solnego Dębina

- strop Podłoża Mezozoicznego (STP) analogicznie modelowana z wykorzystaniem izolinii trendów nakreślonych w oparciu o stwierdzenia nienaruszonego erozją stropu podłoża mezozoicznego (patrz rys. 3 — powierzchnia „pg_stp”).

Dla powyższych, trzech powierzchni, izolinie trendów zostały uzupełnione (odtworzenie hipotetycznego zalegania powierzchni) w obszarach, gdzie dana powierzchnia została erozyjnie usunięta. Na podstawie opisanych ww. izolinii stworzono zestawy trójkątów, które posłużyły jako powierzchnie nadające trendy modelowanym warstwom. Model został stworzony z uwzględnieniem reguł i zależności pomiędzy modelowanymi warstwami geologicznymi takimi jak następstwo stratygraficzne, erozyjny lub nieerozyjny charakter danej warstwy czy powierzchni, które to reguły są obrazowo przedstawione na rysunku nr 3 i szczegółowo opisane w poprzednim artykule na ten temat opublikowanym w materiałach konferencyjnych IV Międzynarodowego Kongresu Węgla Brunatnego.

Poniżej przedstawiamy fragment przekroju przez gotowy model stratygraficzny warstw głównych wraz z zaznaczeniem powierzchni nadających trendy. Powierzchnie te nie są częścią gotowego modelu jednak biorą udział w jego tworzeniu. Rzędne (wysokości n.p.m.) modelowanych powierzchni obliczane są na podstawie stwierdzeń otworowych oraz tych właśnie powierzchni trendów. Wynikowe powierzchnie zamodelowane przez komputer są zgodne z otworami a ich przebieg pomiędzy otworami jest współkształtny z powierzchniami trendów.

Ilustracja poniżej przedstawia mapę izoliniową spągu Kompleksu Węglowego (KW) wraz z linią wyklinowania. Izolinie te i linia zasięgu węgla wygenerowane są przez system Minescape™ na podstawie modelu stratygraficznego warstw głównych.

4. Model jakości węgla

4.1. Model plastrowy

Kompleks Węglowy (Pokład Główny) oraz inne pokłady węgla (A, KWN) dla potrzeb modelu plastrowego dzielone są na leżące bezpośrednio na sobie plastry. Generowane są one automatycznie tak, aby ich sumaryczna miąższość zawsze odpowiadała miąższości pokładu. Próby jakościowe uśredniane są dla każdego plastra. W ten sposób otrzymane średnie próby służą jako podstawa do interpolacji parametrów jakościowych w każdym plastrze osobno. Poniżej na przekrojach za pomocą barw oznaczone są różne przedziały kaloryczności. Utworzone plastry są następnie grupowane i w zależności od kaloryczności i zawartości siarki są zaliczane do wcześniej zdefiniowanych kategorii produktów.

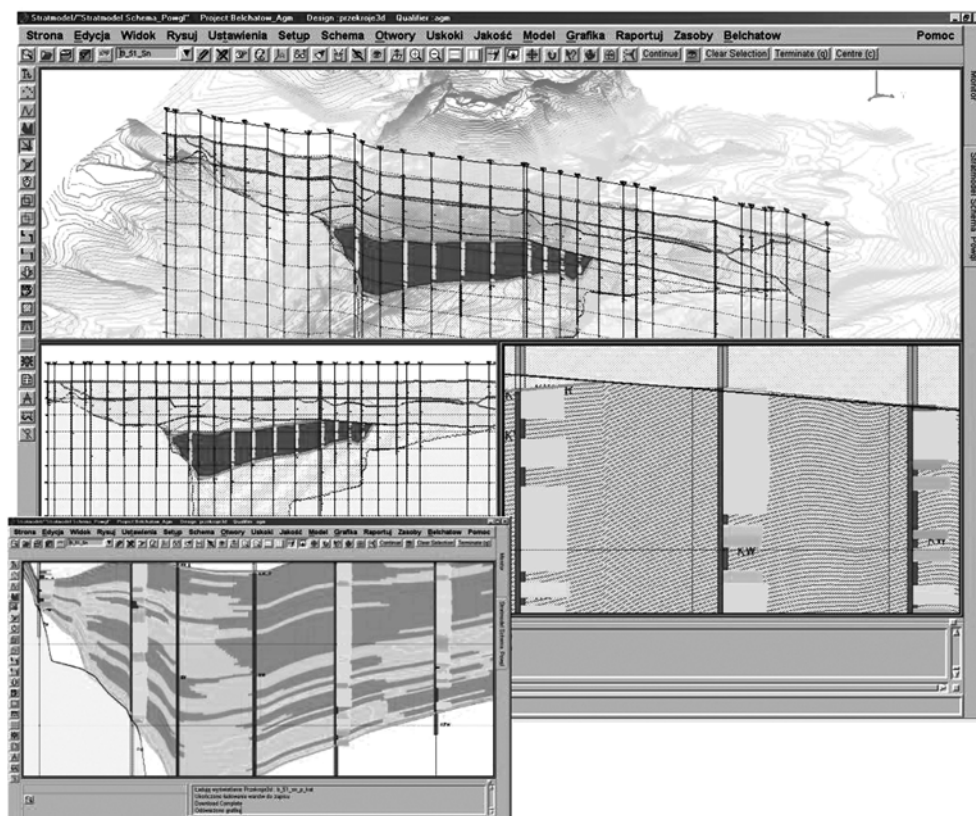
4.2. Model blokowy

Modelowanie blokowe to ujęcie złoża w regularną strukturę wyrażoną przez dużą ilość bloków czy też komórek o wymiarach zdefiniowanych przez użytkownika systemu. W proce-

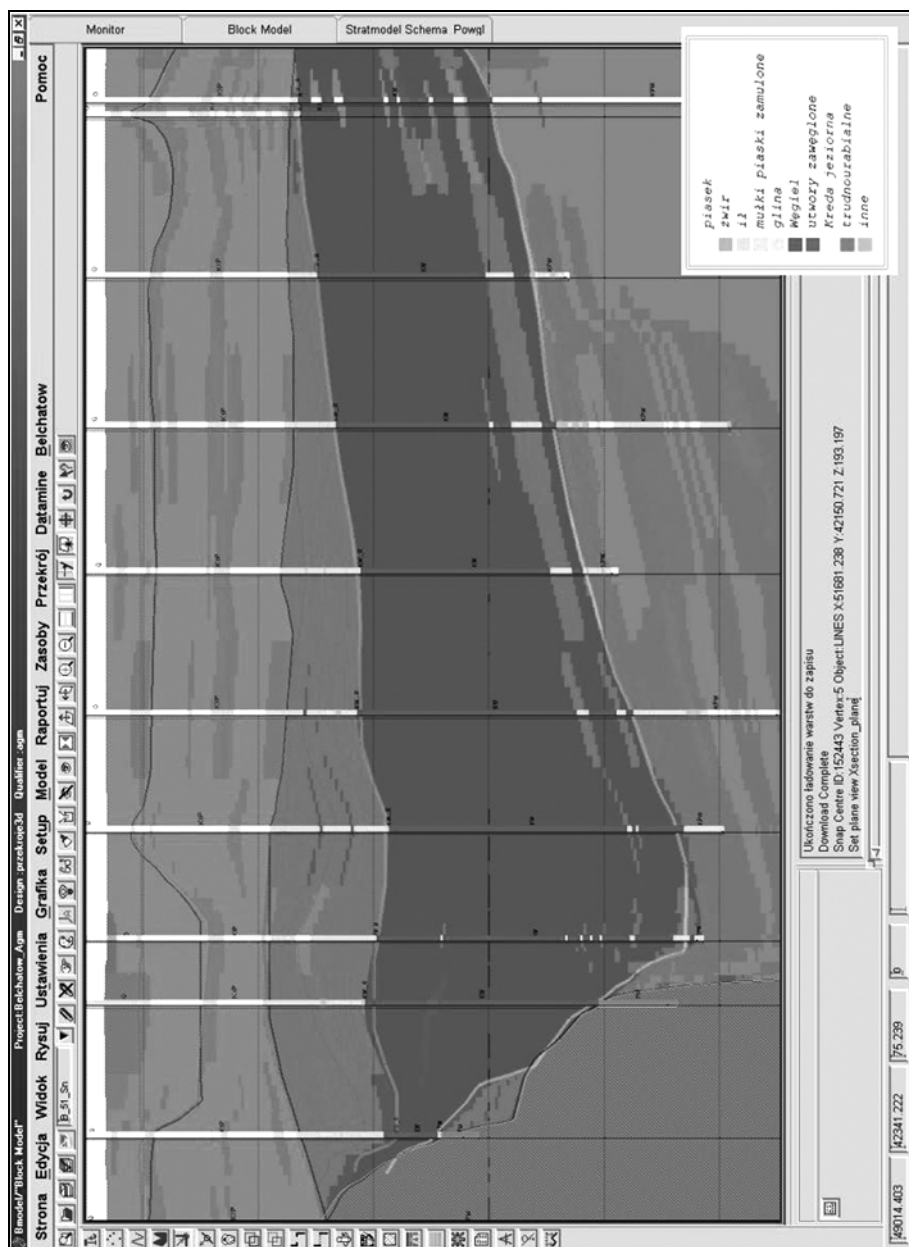
sie interpolacji danych z prób jakościowych, każdy blok dostaje przypisane określone wartości poszczególnych parametrów jakościowych. Interpolacja odbywa się w taki sposób, że elipsoida poszukiwań wokół każdej komórki modelu blokowego jest spłaszczona w kierunku wyznaczonym przez zaleganie podkładu. Efekt pochodzący od określonych prób jakościowych ma miejsce w tych komórkach, które zlokalizowane są na podobnej wysokości w odniesieniu do całkowitej miąższości pokładu, co dana komórka.

Trójwymiarowa natura modelu blokowego umożliwia otrzymywanie różnorodnych przekrojów geologicznych; również dowolnie pochylonych lub i takich, że powierzchnia „przekroju” nie jest płaska. Pozwala to uzyskać obraz przebiegu wychodni i rozkładu jakości węgla na skarpach.

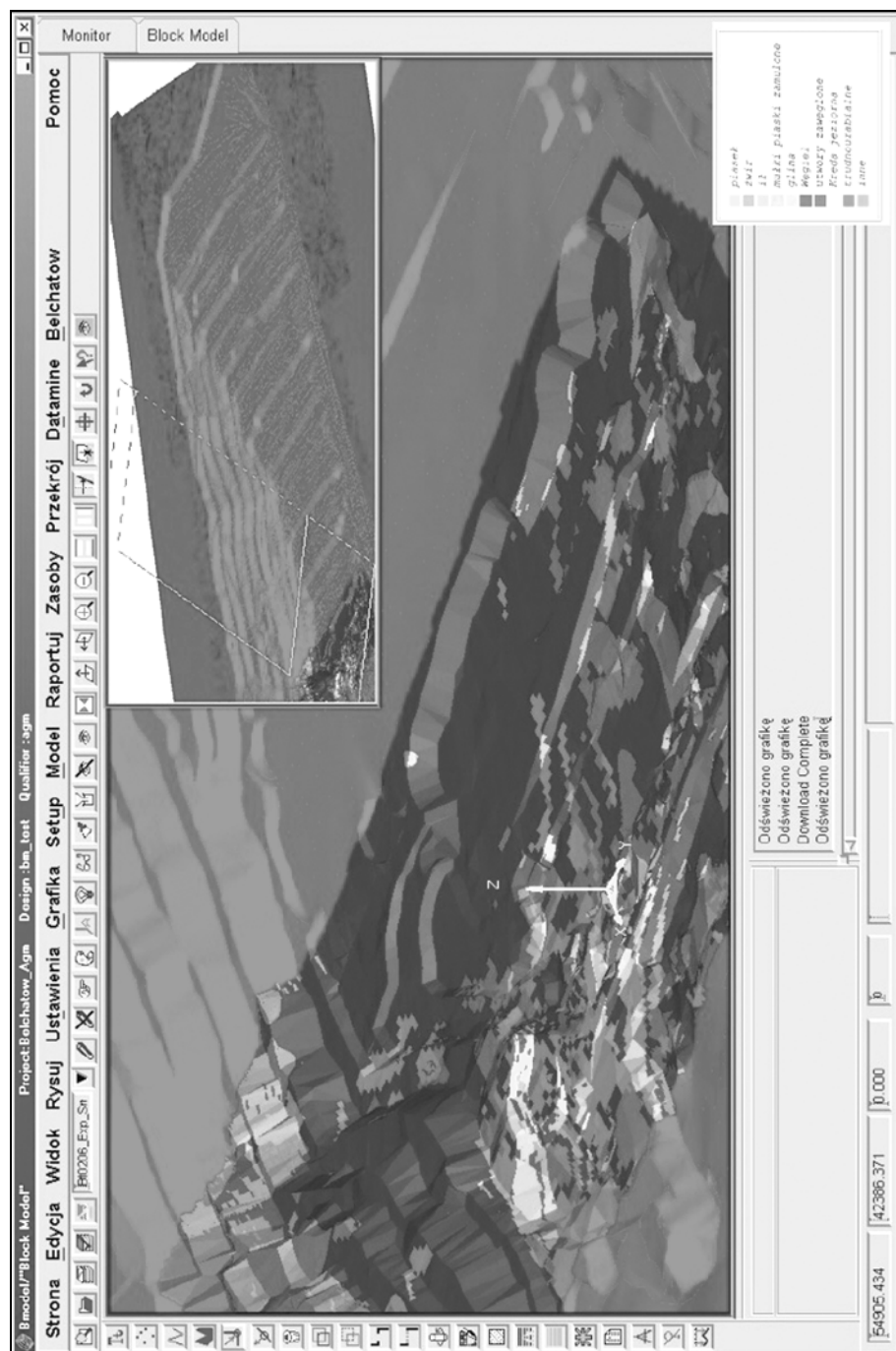
Poniższe ilustracje przedstawiają przekrój przez model blokowy oraz ekspozycję rozkładu klas litologii górotworu na powierzchnię wyrobiska.



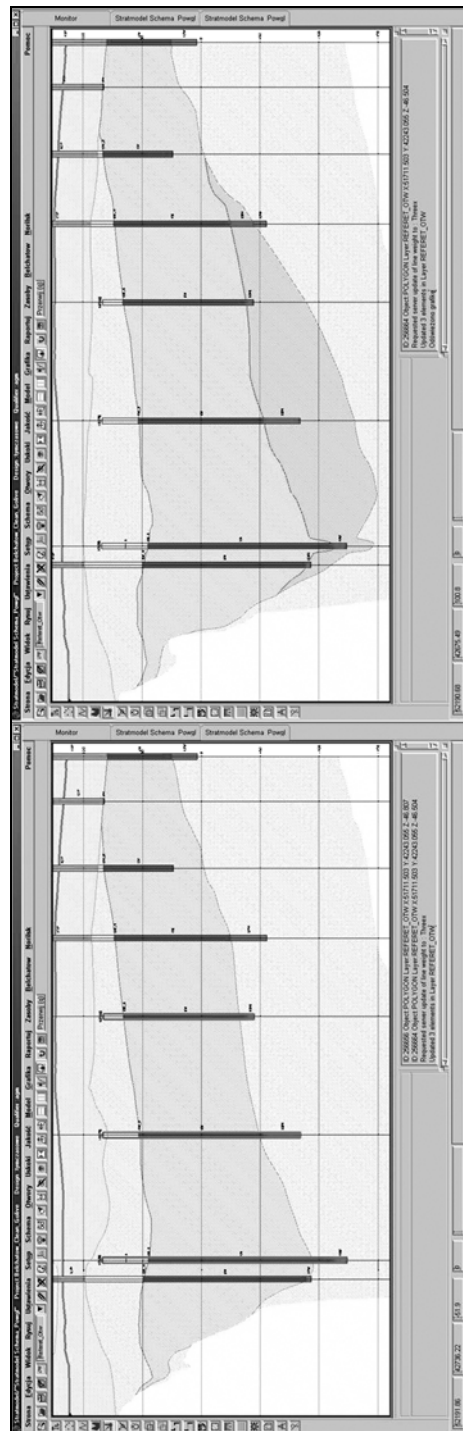
Rys. 9. Struktura modelu plastrowego i kategorie jakościowe oznaczone barwnie na przekroju przez plastry



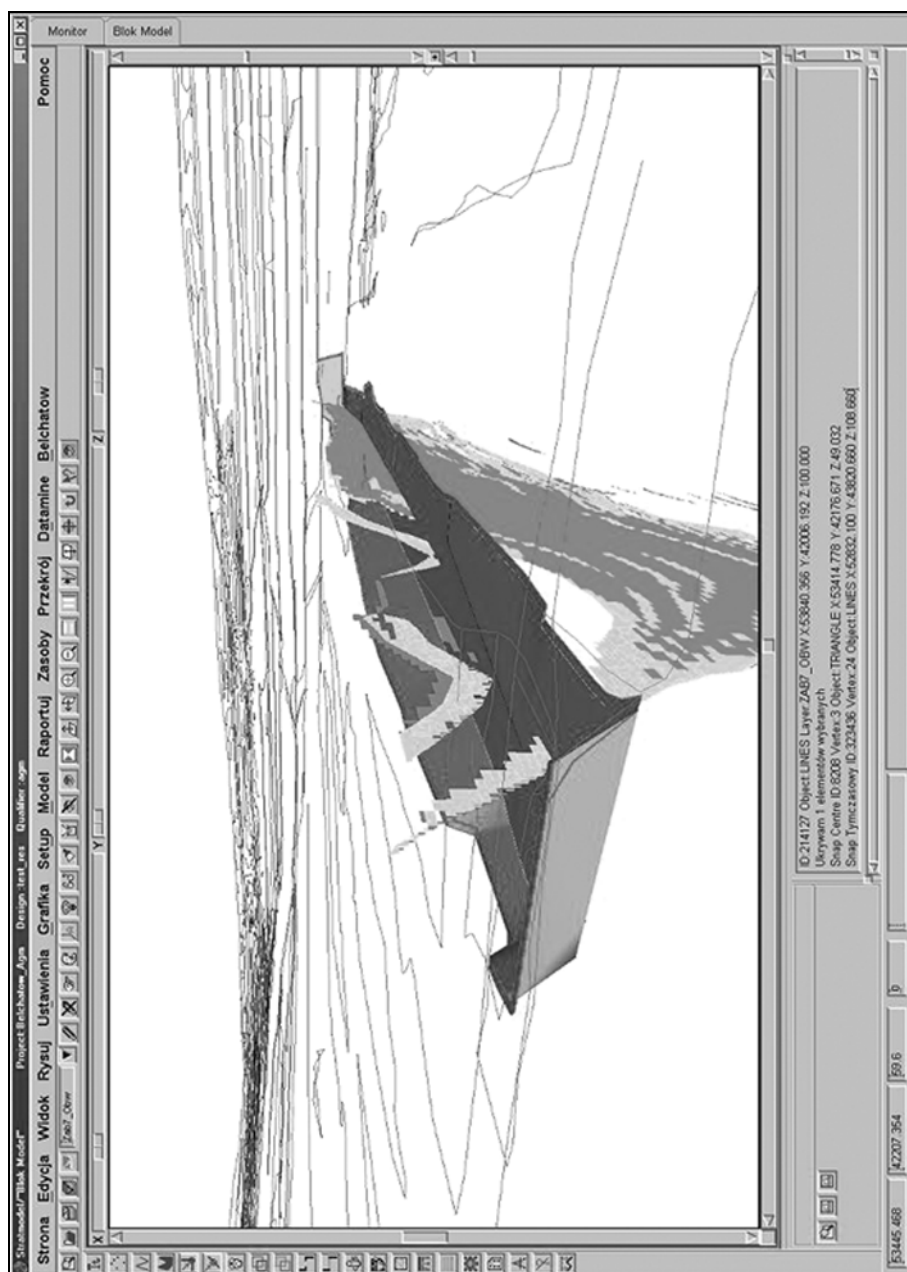
Rys. 10. Przekrój przez model blokowy wraz z otworami. Barwy oznaczają klasy litologii



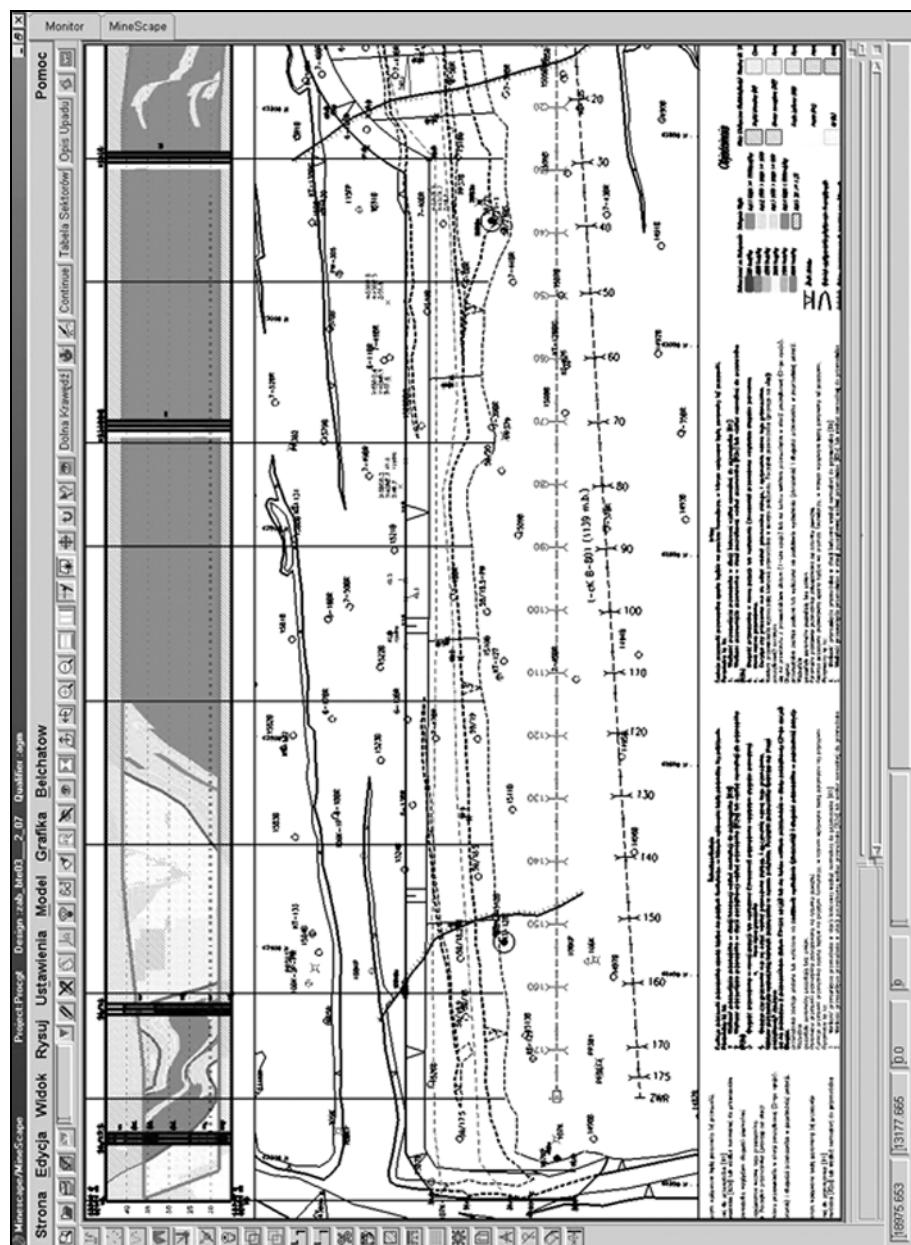
Rys. 11. Ekspozycja modelu blokowego na powierzchnię wyrobiska. Barwy oznaczają klasy litologii



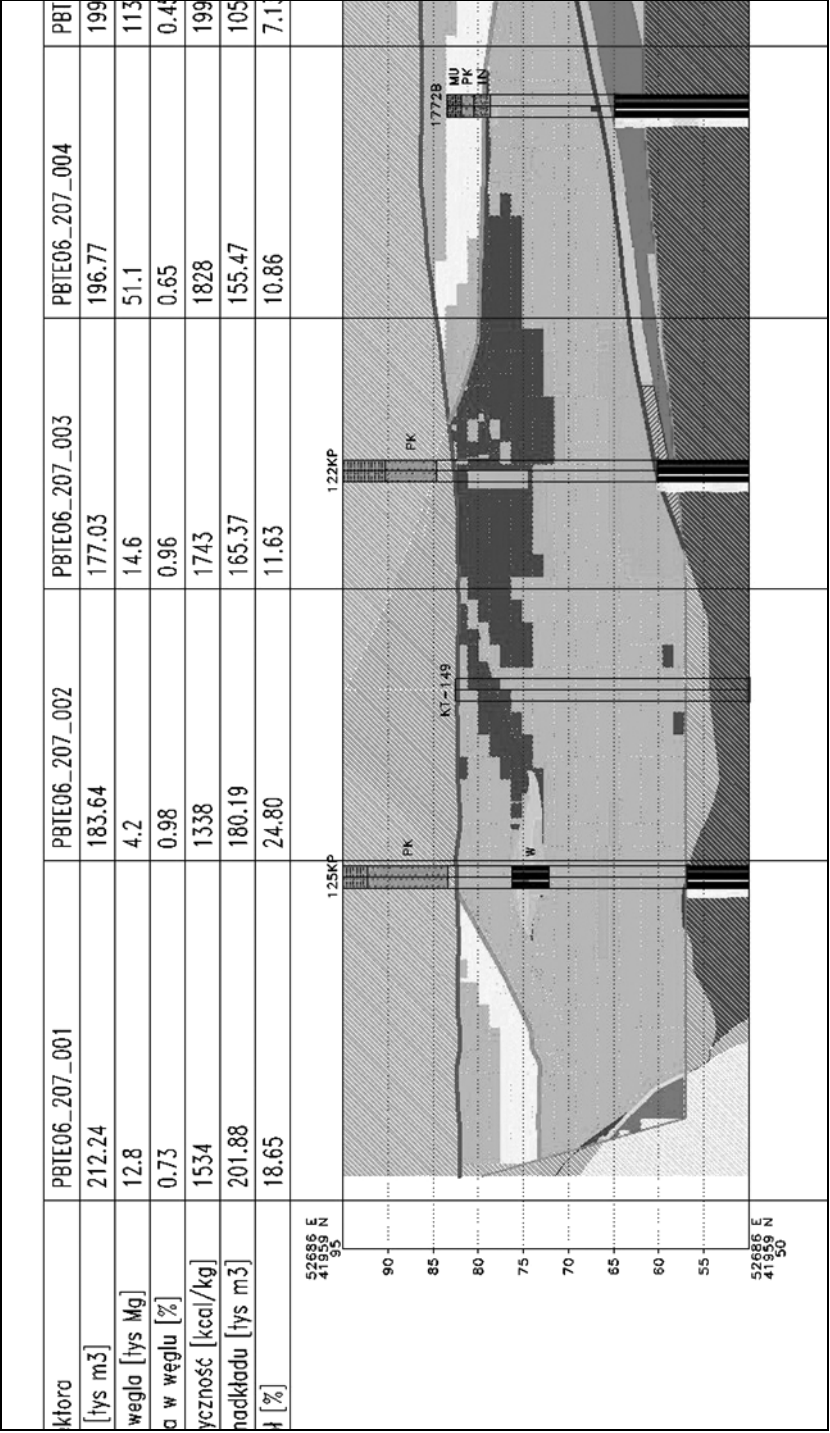
Rys. 12. Przekrój przez stary i nowy model stratygraficzny na tle nowych otworów. Nowy model zgodny z otworami



Rys. 14. Powierzchnia trójkątowa projektowanego spagu zabierki z podglądem modelu blokowego
(barwy oznaczają kategorię węgla ze względu na kaloryczność)



Rys. 15. Wycinek elektronicznej wersji mapy planu pracy koparki stworzonego w środowisku graficznym MineScape™



Rys. 16. Fragment planu pracy koparki — przekrój przez projektowaną zabierkę z zaznaczeniem kategorii węgla z modelu złoża oraz litologią i kalorycznością przedstawionymi na otworach. Nad przekrojem tabela zasobów liczonych z modelu

4.3. Wnioski

Rysunek 12 pokazuje porównanie poprzedniej wersji modelu z tą stworzoną w ramach omawianej aktualizacji, w jednym z obszarów, gdzie nowe otwory wykazały potrzebę jej wykonania.

W poprzedniej wersji modelu, powierzchnie nadające trend stworzone były w taki sposób, że w obszarach gdzie dana powierzchnia jest nieobecna z powodu erozyjnego usunięcia, izolinie tej usuniętej powierzchni były tożsame z izoliniami nadległej powierzchni erozyjnej. Tak stworzone izolinie trendu oznaczały zerową miąższość warstwy zalegającej między powierzchnią erozyjną a daną powierzchnią. W ramach omawianej aktualizacji modelu, przyjęto taki sposób kreślenia izolinii trendów, że w obszarach gdzie dana powierzchnia jest erozyjnie usunięta, izolinie tej powierzchni kreślone są ponad powierzchnią erozyjną i w tych obszarach erozyjnego usunięcia, miąższość warstwy zalegającej pomiędzy powierzchnią erozyjną a daną powierzchnią modelowana jest jako ujemna.

Model stworzony w oparciu o tak przygotowane izolinie trendów łatwiej i lepiej generuje linie zasięgu poszczególnych warstw głównych i pozwala lepiej modelować rozkład parametrów jakościowych.

4.4. Wykorzystanie modelu złoża

Oprogramowanie MineScape™ zawiera również moduły do projektowania geometrii w trójwymiarowej przestrzeni. W trakcie projektowania geometrycznego, system płynnie pozwala na wgląd do bazy danych geologicznych, modelu stratygraficznego, modelu plastrowego i modelu blokowego złoża.

Na podstawie modeli: terenu, przenośników, złoża (plastrowego i blokowego) oraz grafiki płaskiej z mapy wyrobisk górniczych prowadzonej w środowisku Microstation™ oraz z uwzględnieniem lokalizacji rejonów zagrożeń i otworów z pozostawionym w nich sprzętem (łącze do bazy danych otworów), tworzona jest m.in. dokumentacja mapowa planów pracy koparek. Obliczenia ilości węgla z podziałem na kategorie kaloryczności i zsiarczenia oraz objętości nadkładu z podziałem na klasy litologiczne, prowadzone są na podstawie modelu złoża opisanego powyżej.

LITERATURA

- [1] Frankowski R., Gądek A.: Cyfrowy model stratygraficzny złoża węgla brunatnego stworzony przy użyciu oprogramowania górniczego „Minescape” firmy Mincom. Materiały konferencyjne: IV Międzynarodowy Kongres Górnictwa Węgla Brunatnego — Bełchatów 6–8.06.2005 r., Prace Naukowe Instytutu Górnictwa Politechniki Wrocławskiej, seria 44, Wrocław, 2005
- [2] Frankowski R., Bednarz A., Borowicz A., Specylak-Skrzypecka J., Ślusarczyk G.: Metody informatyczne w aktualizacji i wykorzystaniu bazy danych geologicznych, Materiały IV Międzynarodowego Kongresu Górnictwo Węgla Brunatnego, Bełchatów 6–8.06.2005 r.
- [3] Specylak-Skrzypecka J., Ślusarczyk G.: Wykorzystanie danych hydrogeologicznych Jednolitej Bazy Danych Geologicznych (JBDG) w systemie MineScape. Górnictwo Odkrywkowe, nr 6, Wrocław, 2005
- [4] Borowicz A., Frankowski R., Gądek A., Jończyk W.M., Specylak-Skrzypecka J., Ślusarczyk G.: Złoże węgla brunatnego Złoczew — budowa geologiczna, zasoby i perspektywy eksploatacji. Materiały konferencyjne: V Międzynarodowy Kongres — Górnictwo Węgla Brunatnego — Bełchatów 11–13. 06. 2007 r., Górnictwo i Geoinżynieria — kwartalnik AGH, r. 31, z.t 2, Kraków, 2007