

Tadeusz Kaczmarewski, Tomasz Żwirski*, Maciej Kmiołek**

GÓRNICZY SYSTEM INFORMATYCZNY W BOT KWB „TURÓW” SA

1. Wstęp

Złoże węgla brunatnego będące przedmiotem eksploatacji BOT KWB „Turów” SA charakteryzuje się niezwykle skomplikowaną budową geologiczną i trudnymi warunkami geologiczno-inżynierskimi. Niezwykle charakterystyczne są także warunki przestrzenne i środowiskowe ze względu na geograficzne położenie kopalni (sąsiedztwo terytoriów Niemiec i Czech, sieć hydrograficzna, tereny podgórskie, infrastruktura otoczenia). Opracowywanie w takich warunkach optymalnej i bezpiecznej dla otoczenia i zakładu górniczego technologii eksploatacji wymaga analizowania dużej ilości parametrów, które w związku z dużą zmiennością warunków złożowych i zewnętrznych muszą ulegać częstej aktualizacji. Powoduje to konieczność częstej, niemal bieżącej weryfikacji aktualnych założeń technologicznych, często w drodze analizowania rozwiązań wielowariantowych. Na taki sposób projektowania eksploatacji wpływa również bardzo złożona specyfika całego procesu wydobywczego, w którym ze względu na duży rozmiar przedsięwzięcia oraz różnorodność i wielkość jego elementów składowych niezwykle trudno jest określić stałość procesu eksploatacji złoża w aspekcie wieloletniego zapotrzebowania przez Elektrownię „Turów” energii zawartej w węglu brunatnym.

Wychodząc naprzeciw powyższym wymaganiom, BOT KWB „Turów” SA skorzystała z nowoczesnych, cyfrowych rozwiązań, wspomagających prace inżynierskie w dziedzinie geodezji, geologii oraz górnictwa, dzięki czemu już pod koniec lat 90. uzyskano odpowiedni poziom nowoczesnego przygotowania technicznego do prac studialno-projektowych i w efekcie realne możliwości w zakresie optymalizacji gospodarki złożem. Pozwoliło to także uporządkować plany rozwojowe oraz bieżące zarządzanie procesem eksploatacji złoża. Wprowadzono szereg korzystnych, efektywnych zmian w zakresie projektowania i harmonogramowania eksploatacji oraz prognozowania i monitorowania zagrożeń dla tego procesu i otoczenia kopalni.

* BOT KWB „Turów” SA

2. Górniczy System Informatyczny (GSI)

Najważniejsze potrzeby i przyczyny wdrożenia nowoczesnych technik informatycznych w kopalni „Turów” są następujące:

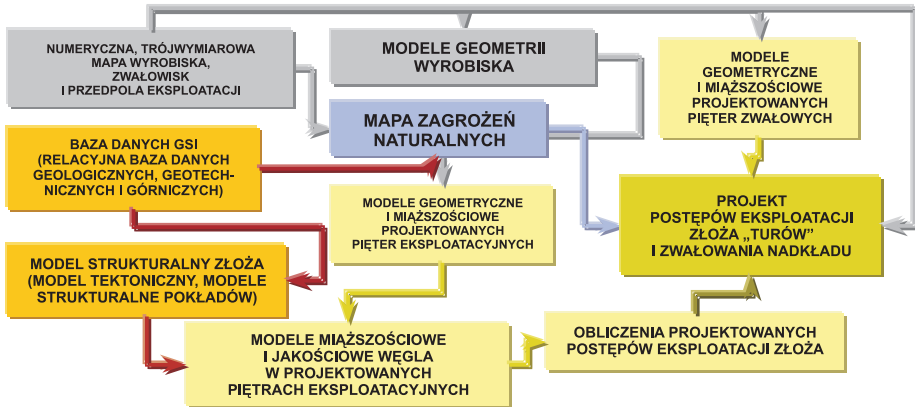
- optymalizacja wieloletnich planów rozwojowych kopalni oraz bieżącego projektowania procesu eksploatacji złoża z optymalnym wykorzystaniem danych;
- stworzenie możliwości wielowariantowego analizowania projektów procesów eksploatacji złoża z pełnym wykorzystaniem posiadanych informacji;
- usamodzielnienie się kopalni w strategicznych pracach projektowych;
- uzyskanie właściwej wiarygodności, szczegółowości i jakości podstawowych projektów;
- stworzenie możliwości szybkiej i efektywnej weryfikacji prac projektowych;
- stworzenie możliwości szybkiego, efektywnego korygowania realizowanych na bieżąco projektów robót górniczych pod wpływem zmian warunków;
- wzrost wydajności i efektywności pracy mierniczych, geologicznych i projektowych;
- ograniczenie błędu czynnika ludzkiego w procesie zbierania, transmisji i przetwarzania danych na potrzeby prowadzenia prac projektowych oraz bieżącego zarządzania procesem eksploatacji złoża;
- integracja i współpraca służb przygotowania i realizacji procesów eksploatacji górniczej;
- rosnące i zmieniające się wymagania służb prowadzenia ruchu zakładu górniczego w zakresie ilości i jakości obsługi eksploatacji w związku z prowadzeniem eksploatacji w coraz trudniejszych warunkach i związanym z tym wzrostem zagrożeń naturalnych;
- gromadzenie, porządkowanie, weryfikacja dynamicznie narastającej ilości danych;
- uporządkowanie ewidencji gruntów na potrzeby optymalnej gospodarki nieruchomościami;
- pokonywanie istniejących i pojawiających się barier techniczno-formalnych w planowaniu, projektowaniu oraz prowadzeniu eksploatacji złoża.

Mając na uwadze powyższe potrzeby, tworzenie Górniczego Systemu Informatycznego (GSI) rozpoczęto od wdrożenia w roku 1998 numerycznej mapy cyfrowej 3D pokrywającej obszar i teren górniczy, która wraz z relacyjną Bazą Danych Górniczego Systemu Informatycznego (BD-GSI) stanowi podstawowy element GSI (rys. 1).

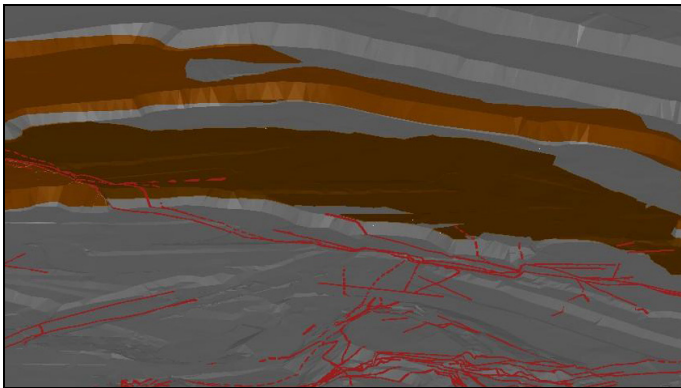
3. Elementy GSI

3.1. Baza Danych GSI i model złoża

Głównym celem utworzenia bazy danych było (poza uzyskaniem cyfrowej formy danych i weryfikacją danych) stworzenie wiarygodnych modeli: geologicznego i hydrogeologicznego przedstawiających cyfrowy obraz budowy złoża i warunków wodnych, między innymi na potrzeby zilustrowania graficznego (rys. 2).



Rys. 1. Struktura Górniczego Systemu Informatycznego BOT KWB „Turów” SA



Rys. 2. Fragment modelu powierzchni stropu I pokładu węgla z uwzględnieniem tektoniki

Skonstruowanie BD-GSI polegało na:

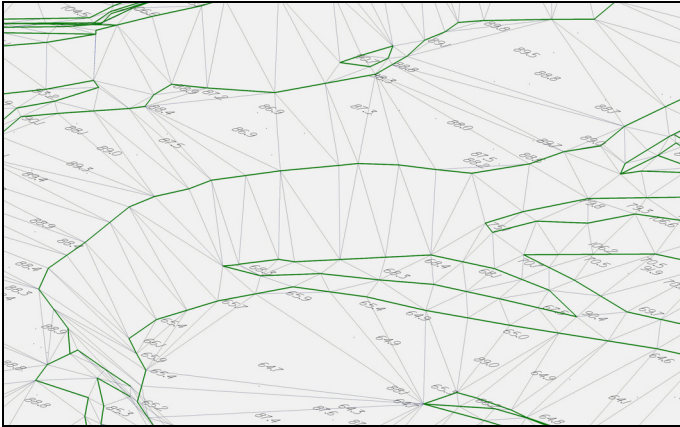
- weryfikacji i przeniesieniu informacji do środowiska numerycznego,
- opracowaniu struktury BD-GSI i przeniesieniu danych do tablic,
- wykonaniu narzędzi ułatwiających i kontrolujących wprowadzanie danych.

Obecnie w BD-GSI w 130 tablicach zawarte są dane dotyczące ponad 5000 obiektów. Całkowita liczba informacji wynosi ok. 13 mln. rekordów.

Baza danych i wygenerowane z niej informacje, w tym modele (złoża, strukturalny, jakościowe, powierzchni piezometrycznych), służą projektowaniu eksploatacji i analizowaniu potrzeb w zakresie prac mierniczych, geologicznych i geotechnicznych, decydując w dużym stopniu między innymi o wiarygodności prognozowanych dostaw węgla, a także mają niebagatelne znaczenie dla bezpieczeństwa eksploatacji.

3.2. Numeryczna mapa wyrobiska i zwałowisk oraz obsługa geodezyjna

W lipcu 1997 roku rozpoczęto prace nad sporządzeniem trójwymiarowej numerycznej mapy obszaru górniczego (rys. 3). Zakres prac obejmował uporządkowanie informacji mających znaleźć się na mapie, wprowadzenie aktualnej sytuacji górniczej oraz stworzenie procedur aktualizacji mapy. Prace te zakończono w październiku 1997 roku, a w czerwcu 1998 roku rozszerzono zakres mapy także na zwałowisko zewnętrzne.



Rys. 3. Fragment modelu wyrobiska wykonany na podstawie numerycznej mapy wyrobisk górniczych

Prace miernicze prowadzi się z użyciem nowoczesnych technologii zapewniających spełnienie wysokich rygorów dokładnościowych. Zasadnicze wyposażenie sprzętowe stanowią dwuczęstotliwościowe odbiorniki do pomiarów satelitarnych (GPS), tachimetrie elektroniczne i niwelatory kodowe. Technologię pomiarów satelitarnych oraz dalmierz laserowy sprzężony z odbiornikiem GPS stosują samodzielnie do bieżącego zbierania i dokumentowania informacji także służby geologiczne i geotechniczne. Technologia GPS jest praktycznie wykorzystywana w kopalni „Turów” od 1993 roku. Kopalnia jest prekursorem przemysłowego wykorzystania tej techniki w Polsce.

3.3. System GSI w geotechnice

Na bazie posiadanych już wyników prac wdrożeniowych w listopadzie roku 1998 przystąpiono do wdrażania systemu informatycznego w dziale geotechnicznym. Opracowano m.in. mapę zagrożeń geotechnicznych, mapę osiadań terenu, zaadaptowano oprogramowanie służące obliczeniom stateczności zboczy. Dla potrzeb obsługi geotechnicznej kopalni rozbudowano także BD-GSI.

Skuteczne projektowanie bezpiecznych zboczy wyrobiska i zwałowisk zależy w zasadniczej mierze od dostatecznych informacji o warunkach panujących w górotworze w korpusie zwałowiska oraz o zmianach, jakie w nich zachodzą na skutek prowadzonej działalności górniczej. W celu pozyskiwania takich informacji w KWB „Turów” wykorzystuje się

sondowania CPT, wykonywane statyczną sondą Hyson-200, inklinometryczne pomiary przemieszczeń wgłębnych, pomiary przemieszczeń powierzchniowych oraz pomiary ciśnień. W analizach geotechnicznych wykorzystywane są także wszystkie istotne informacje uzyskiwane w badaniach geologicznych (dane o zaangażowaniu tektonicznym, warunkach za wodnienia górotworu itp.).

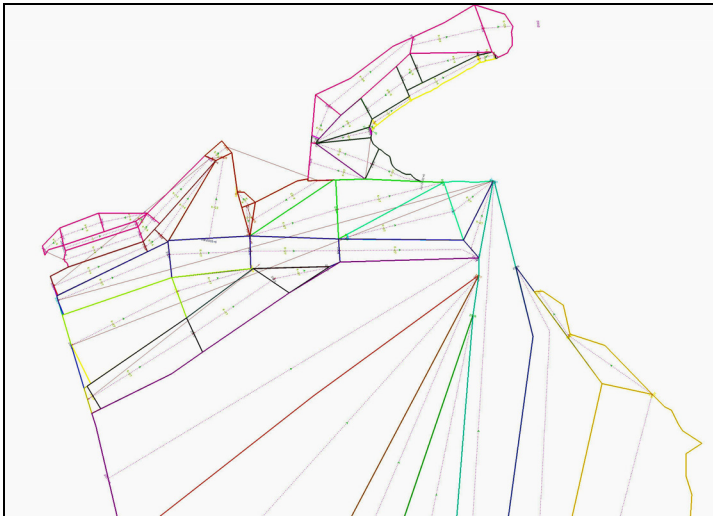
W wyniku zastosowania w procesie zbierania informacji i ich obróbki narzędzi informatycznych, zintegrowanych z systemem GSI, uzyskane dane są stale aktualne, skoncentrowane w zwartej dokumentacji, łatwo dostępne dla wszystkich zainteresowanych służb, a czas upływający od momentu zauważenia zagrożenia do chwili podjęcia decyzji o przeciwdziałaniu jego skutkom został maksymalnie skrócony.

3.4. Wspomaganie projektowania i harmonogramowania produkcji

Najbardziej istotnym stadium budowy GSI, w aspekcie zakładanych celów, było wdrażanie aplikacji do wspomaganie projektowania i harmonogramowania produkcji.

Ze względu na ogrom prac wdrożenie podzielono na trzy etapy:

1. **Etap początkowy** (zrealizowano do listopada 1999 r.) dotyczył wykonania modeli przestrzennych pięter eksploatacyjnych, uwzględniających ich aktualne i projektowane rzędne.
2. **Drugi etap** (zrealizowano od sierpnia 1999 r. do kwietnia 2000 r.) obejmował utworzenie modeli strukturalnych i jakościowych w piętrach oraz obliczanie objętości (masy, nadkładu i węgla) przewidzianych do eksploatacji w piętrach.
3. **Etap trzeci** miał na celu m.in. wprowadzenie narzędzi służących planowaniu i harmonogramowaniu produkcji (rys. 4), wykonano także oprogramowanie raportujące wyniki obliczeń oraz opracowano procedury harmonogramowania eksploatacji i zwałowania.



Rys. 4. Okno CADSmine Scheduler — panele eksploatacyjne poziomu podzielone na zabierki zgodnie ze zdefiniowanym kalendarzem

W wyniku zastosowanego wdrożenia uzyskano możliwości szybkiego liczenia zasobów i jakości węgla oraz ilości nadkładu w dowolnie zadanych blokach eksploatacyjnych. Równie sprawnie można określać pojemność projektowanych brył zwałowiska. Niezwykle cenne są możliwości szybkiej aktualizacji założeń w miarę napływu nowych danych oraz zmian warunków decydujących o przyjętych rozwiązaniach. Pozwoliło to przyjąć zasadę co najmniej corocznej gruntownej aktualizacji podstawowych założeń postępów eksploatacji i zwałowania przed sporządzeniem programu działalności gospodarczej na następny rok.

4. Znaczenie Górniczego Systemu Informatycznego w prowadzeniu efektywnej gospodarki złożem

Wdrożenie Górniczego Systemu Informatycznego pozwoliło wyeliminować lub zasadniczo ograniczyć dotychczasowe wady metodyczne w pracach służb mierniczych, geologicznych i technologii górniczej oraz przyniosło bardzo istotne efekty, takie jak:

- uporządkowanie, zweryfikowanie i ujednoczenie informacji dotyczących złoża i stanu jego eksploatacji;
- wyraźne przyspieszenie i wzrost wydajności wszystkich prac realizowanych uprzednio metodami tradycyjnymi;
- wyraźna poprawa jakości merytorycznej i formy dokumentacji oraz opracowań, ale przede wszystkim ich wiarygodności i dokładności;
- weryfikacja zasadności wcześniejszych, bardzo kosztownych zamierzeń inwestycyjnych, co pozwoliło ograniczyć ich zakres o co najmniej 100 mln zł;
- bardziej racjonalne i bezpieczniejsze niż poprzednio podstawowe założenia dalszego rozwoju eksploatacji, co przynosi oszczędności liczone w setkach milionów złotych;
- przejście do realizacji własnymi siłami prace monitorujące zagrożenia naturalne oraz niektóre prace projektowe, zwiększając jednocześnie ich zakres i natężenie oraz podnosząc wydatnie jakość;
- wyraźna poprawa bezpieczeństwa robót górniczych;
- pokonanie szeregu barier technicznych, formalnych i organizacyjnych, uniemożliwiających dotychczas właściwe rozwiązywanie istotnych problemów związanych z eksploatacją złoża;
- poprawa intelektualnego komfortu pracy kadry inżynieryjno-technicznej i wyraźna mobilizacja do podnoszenia kwalifikacji zawodowych;
- wyeliminowanie szeregu prostych, a przy tym często zawodnych czynności, co ograniczyło zatrudnienie w grupie pracowników pomocniczych;
- technologiczna integracja służb i istotna poprawa organizacji pracy w komórkach organizacyjnych związanych z przygotowaniem eksploatacji;

- redukcja kosztów poprzez ograniczenie usług firm obcych;
- określenie realnych podstaw techniczno-organizacyjnych do tworzenia i wdrażania kolejnych nowoczesnych rozwiązań.

Koszt wdrożenia systemu GSI (poniesiono dotychczas nakłady ok. 5 mln zł) jest niewspółmierny do uzyskanych efektów.

5. Przyszłość systemu

Górnictwo System Informatyczny, jak każde rozwiązanie techniczne, wymaga stałej dbałości o jego sprawność i bieżącej modernizacji w celu utrzymania odpowiednich standardów technicznych obowiązujących aktualnie na rynku. Jest to wskazane głównie ze względu na znaczenie systemu w funkcjonowaniu kopalni. Należy brać przy tym pod uwagę, że praktycznie, ze względu na komunikatywność z otoczeniem i wymagania formalne zaniebania w tym zakresie mogą doprowadzić do poważnych trudności w działalności przedsiębiorstwa, często trudnych do nadrobienia.

Na rynku pojawiają się rozwiązania, które można z powodzeniem zastosować do rozwoju systemu w celu uzyskiwania kolejnych efektów gospodarczych. Można także sądzić, że jednym z najbardziej istotnych warunków uzyskania i utrzymania właściwej pozycji rynkowej Kopalni jest jej sprawne zarządzanie, zgodnie z współczesnymi standardami, co w dużej mierze zależeć będzie od sprawnych narzędzi informatycznych obsługujących podstawowy proces gospodarczy, jakim jest górnictwo eksploatacja złoża.

Dla utrzymania właściwej sprawności systemu najważniejsze wydaje się wdrożenie odpowiednich rozwiązań w zakresie:

- informatycznej archiwizacji dokumentacji: mierniczo-geologicznej, zagrożeń naturalnych i technologicznej;
- informatycznego dostępu do wyżej wymienionej dokumentacji dla właściwych służb ruchu zakładu górnictwa.

Bardzo korzystne dla prawidłowego zarządzania i bieżącego sterowania procesem górnictwa eksploatacji złoża byłoby:

- zintegrowanie GSI funkcjonującego w kopalni z odrębnym dotąd systemem dyspozytorskim bieżącego zarządzania ruchem układu technologicznego (monitoring i sterowanie w czasie rzeczywistym pracą koparek w nawiązaniu do miejscowych warunków geologicznych i górniczych);
- wdrożenie systemu aktualizacji mapy wyrobiska za pomocą rejestracji trajektorii ruchu kół urabiających z użyciem GPS;
- wdrożenie systemu cyklicznego skanowania powierzchni wyrobiska i zwałowiska z automatyczną aktualizacją danych w BD-GSI jako integralnej części systemu;

- wdrożenie systemu bieżącego tworzenia przestrzennego geotechnicznego modelu zwałowiska wewnętrznego;
- zintegrowanie graficznych środowisk przechowywania danych z danymi niegraficznymi w obrębie jednego projektu GIS.

Podsumowanie

Wykorzystanie nowoczesnego Systemu Informatycznego oraz zastosowanie nowoczesnych technologii w pracach inżynierskich staje się w dzisiejszych czasach pewnego rodzaju standardem, bez którego trudno prowadzić działalność górniczą. Aplikacja takiego systemu daje ogromne możliwości w dziedzinie efektywnej gospodarki złożem i trudne do oszacowania korzyści. W wyniku wdrożenia nowoczesnych technologii informatycznych w BOT KWB „Turów” SA pokonano wiele barier, które w przeszłości bardzo istotnie przyczyniły się do powstawania zdarzeń o charakterze katastrofalnym oraz zabezpieczenia się przed podejmowaniem kosztownych, nieudanych decyzji gospodarczych.

LITERATURA

- [1] Materiały Konferencyjne „Optymalizacja wydobycia kopalin przy wykorzystaniu technik informatycznych”. Bogatynia, październik 1999
- [2] *Mendakiewicz A., Wachelka L.*: Górniczy System Informatyczny wspomagający monitorowanie zagrożeń górniczych w BOT KWB Turów SA. Warsztaty Górnicze 2006, Kraków — Tomaszowice, czerwiec 2006
- [3] *Kaczarewski T., Solowczuk M.*: Sposoby zapobiegania zagrożeniom związanym z eksploatacją złoża węgla brunatnego „Turów”. Węgiel Brunatny, nr 3/48, 2004