

Adam MENDAKIEWICZ, Leszek WACHELKA

Przedsiębiorstwo Robót Geologiczno-Wiertniczych Sp. z o. o.

Górnictwo System Informatyczny wspomagający monitorowanie zagrożeń górniczych w BOT KWB Turów S.A.

Streszczenie

W artykule przedstawiono Górnictwo System Informatyczny wspomagający monitoring zagrożeń górniczych w BOT KWB Turów S.A. Opisano jego sposób funkcjonowania w zakresie rejestracji przemieszczeń poziomych i wglębnych oraz prognozowania zagrożeń osuwiskami w odkrywce i osiadaniach powierzchni na przedpolu kopalni. Wskazano na korzyści i efekty wdrożenia systemu w kopalni.

1. Wstęp

Przedsiębiorstwo Robót Geologiczno-Wiertniczych sp. z o.o. (PRGW) od dziesięciu lat zajmuje się wdrażaniem informatyki w dziedzinie geologii, górnictwa, geotechniki i zagrożeń górniczych. Jako pierwsze w Polsce wykonało dokumentację geologiczną złoża węgla kamiennego całkowicie przy użyciu programów komputerowych. W roku 1998 z powodzeniem PRGW wdrożyło w BOT KWB Turów S.A relacyjną bazę danych zawierającą dane z zakresu miernictwa, geologii i geotechniki oraz programy komputerowe wspomagające działalność służby górniczej kopalni. Istotną częścią bazy są dane dotyczące zagrożeń górniczych takich jak zagrożenie osuwiskami, osiadania terenu i inne. Wprowadzenie systemu obserwacji zjawisk geotechnicznych wraz z ciągłą ich rejestracją w bazie danych dała pozytywne rezultaty w postaci zminimalizowania potencjalnych zagrożeń, zmniejszenia ich skutków oraz możliwość prognozowania i skutecznego przeciwdziałania zagrożeniom.

2. Opis Górnictwo Systemu Informatycznego

Baza danych wraz z programami i dokumentami cyfrowymi będącymi wynikiem realizowanych bieżących prac w Kopalni Turów oraz wdrożone w służbie górniczej procedury postępowania stanowią obecnie Górnictwo System Informatyczny (GSI). Jego podstawowym i najważniejszym elementem jest wspomniana relacyjna baza danych. Systemem zarządzania bazą jest Microsoft SQLServer2000 (Wachelka i in. 1999). Baza została zainstalowana na głównym serwerze w kopalni, skąd użytkownicy pracujący w sieci za pośrednictwem aplikacji klienckich pobierają dane i tworzą przy pomocy programów komputerowych cyfrowe modele złoża w środowisku graficznym MicroStation firmy Bentley. Do obsługi bazy danych wykorzystywany jest pakiet SoftMine autorstwa PRGW. Prace związane z modelowaniem złoża wspomagany jest pakietem IMINE2000 firmy GMSI (RPA), a modelowanie warunków

hydrogeologicznych realizowane jest programem VisualMODFLOW firmy Waterloo Hydrogeologic (Kanada). Stateczność zboczy obliczana i analizowana jest programem SLOPE/W firmy GeoSlope (Kanada). Wszystkie wymienione aplikacje zostały zintegrowane w obrębie GSI przez PRGW. Obecnie w kopalni system został rozszerzony przez jej pracowników o narzędzie GeoGraphics firmy Bentley pracujące w technologii Systemów Informacji Przestrzennej (Dymarski, Wojnar 2005). W technologii tej realizowane są prace związane z analizami przestrzennymi zjawisk geotechnicznych.

3. Pomiary i rejestracje w GSI

W obrębie Górnictwa System Informatycznego z zakresu monitorowania zagrożeń górniczych obecnie rejestrowane i przechowywane są następujące dane:

- a) wyniki pomiarów geodezyjnych Systemu Kontrolno-Pomiarowego,
- b) wyniki pomiarów niwelacji precyzyjnej,
- c) kodowane informacje o litologii warstw geologicznych stwierdzonych w otworach wiertniczych,
- d) rzędne zwierciadeł horyzontów wodonośnych,
- e) wielkość poboru wód otworami studziennym,
- f) wyniki pomiarów inklinometrycznych,
- g) badania parametrów fizykomechanicznych skał i gruntów,
- h) wyniki obliczeń parametrów składu ziarnowego,
- i) wyniki pomiarów ciśnień porowych,
- j) wyniki sondowań sondą statyczną,
- k) dane na temat stwierdzonych i pomierzonych szczelin,
- l) dane o zaistniałych osuwiskach i deformacjach.

Dane od *a* do *j* powyższego zestawienia przechowują tablice Bazy Danych GSI (Rybicki i in. 1999), pozostałe są zawarte w bazie danych GeoGraphics (Dymarski, Wojnar 2005). Część danych jest współdzielona przez obie bazy danych. W dostarczaniu danych do systemu uczestniczą Działy Mierniczy (punkty *a* i *b*), Geologiczny (punkty *c* do *e*) i Geotechniczny (punkty *f* do *l* zestawienia) służby górniczej kopalni. Za analizę zagrożeń górniczych i prowadzenie profilaktyki odpowiedzialny jest Dział Geotechniczny.

Na podstawie wszystkich danych tworzone są narzędziami informatycznymi modele cyfrowe:

- wyrobisk górniczych w złożu i nadkładzie,
- stropów i spągów pokładów węgla oraz ich miąższości,
- powierzchni uskoków,
- nachyleń powierzchni strukturalnych,
- stropu trzeciorzędu i podłoża,
- powierzchni piezometrycznych,
- poziomów eksploatacyjnych,
- osiadań terenu itd.

Oprócz modeli cyfrowych sporządzane są konieczne zestawienia tabelaryczne wielkości przemieszczeń górotworu na powierzchni i wglębne w inklinometrach, kierunki i prędkości przemieszczeń, wahań zwierciadeł wody w horyzontach wodonośnych oraz wykonywane są potrzebne obliczenia stateczności skarp, analizowane zjawiska geotechniczne itd.

Wszystkie wyniki są następnie zestawiane na mapach tematycznych w Dziale Geotechnicznym, są to pliki:

- podstawowe ogólne
- sprawozdawcze
- planowania i prognozy

Działania te pozwalają prowadzić pełny i ciągły monitoring zagrożeń górniczych w odkrywce i na przedpolu kopalni.

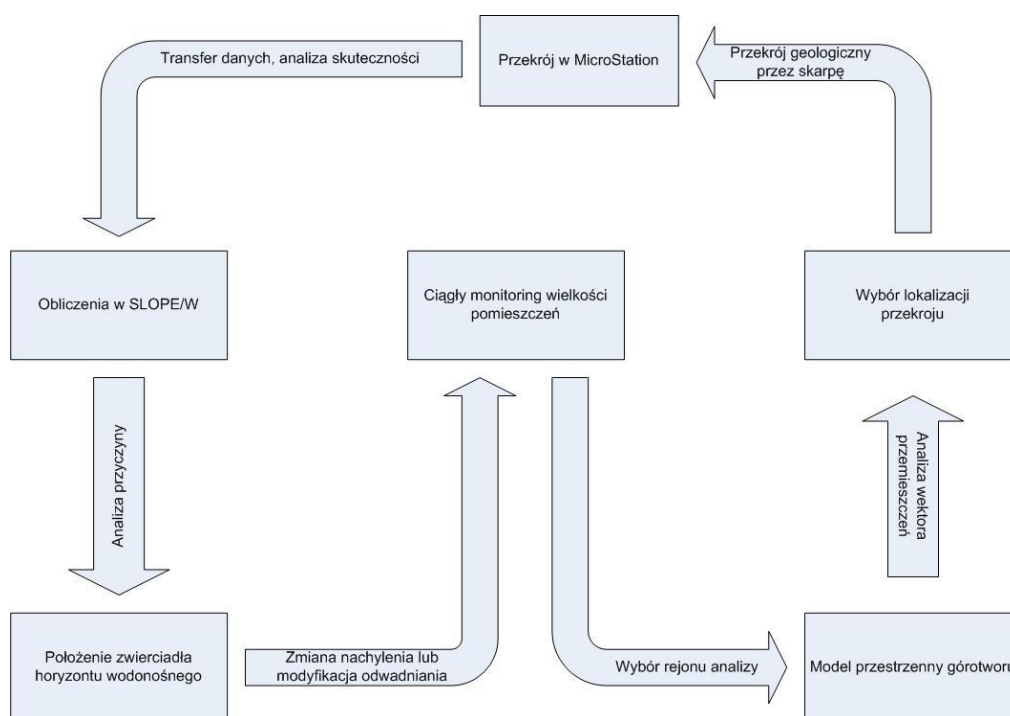
4. Monitoring i analiza zagrożeń górniczych w odkrywce

Największym zagrożeniem górniczym w odkrywce i na zwałowiskach kopalni są osuwiska skarp i zboczy. Mają one czasem charakter gwałtowny zagrażający ciągłości procesu technologicznego kopalni. Mogą również przebiegać w sposób ciągły w długim okresie czasu. Wpływ na powstanie osuwisk mają własności geomachaniczne górotworu, procesy odwodnienia i zmian leja depresji pod wpływem eksploatacji, ukształtowanie skarp eksploatacyjnych i zboczy oraz błędy spowodowane czynnikiem ludzkim. Podstawą monitorowania tego zagrożenia są pomiary deformacji górotworu i analiza wielkości i prędkości przemieszczeń w czasie. Do tego celu służy geodezyjna sieć przestrzenna oraz sieć inklinometrów w odkrywce i zwałowisku. Dział Mierniczy Kopalni wykonuje pomiary reperów Systemu Kontrolno-Pomiarowego z częstotliwością średnio raz na kwartał służące do obserwacji przemieszczeń powierzchniowych skarp i zboczy. Z pomiarami tymi są skoordynowane pomiary w inklinometrach wykonywane przez Dział Geotechniczny pozwalające analizować i obserwować wgłębne przemieszczenia górotworu. Na podstawie wyników pomiarów przemieszczeń w czasie oblicza się prędkość i kierunek przemieszczeń. Wielkość prędkości przekraczającej poziom istotności jest podstawą do analiz stateczności skarp, którą oblicza się programem SLOPE/W. W celu obliczeń współczynnika stateczności do programu wprowadza się geometrię skarp na wybranym i analizowanym przekroju oraz parametry geomechaniczne gruntu, które przechowywane są w Bazie Danych GSI. Przekrój przez skarpy wykonywany jest w środowisku MicroStation programem Modeller stanowiący część pakietu IMINE2000, następnie konwertowany jest programem SoftMine bezpośrednio z MicroStation do programu SLOPE/W, gdzie wykonuje się właściwe obliczenia. W przypadku współczynnika stateczności niższego od dopuszczalnego przystępuje się do działań zapobiegających ryzyku wystąpienia osuwiska. Miernikiem skuteczności działań są wyniki pomiarów przemieszczeń górotworu, które są zapisywane również w Bazie Danych. Przebieg czynności w procesie monitoringu osuwisk przedstawiono na rysunku 4.1.

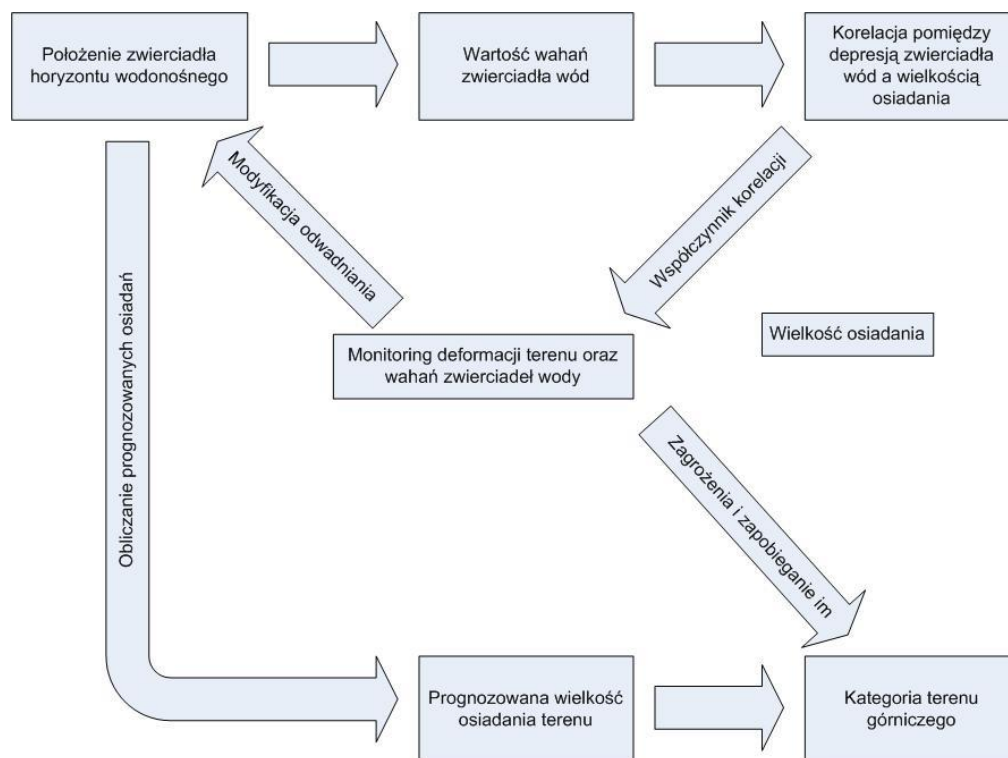
5. Monitoring i analiza zagrożeń górniczych na przedpolu kopalni

Jednym z istotniejszych zagrożeń górniczych występujących na przedpolu odkrywki są deformacje powierzchni terenu związane z odwadnianiem górotworu stanowiące swoisty rodzaj szkód górniczych zwanych odkształceniami typu hydrogeologicznego lub szkodami hydrogeologicznymi (Wachelka i in. 2003). Głównym mechanizmem powodującym obniżanie się powierzchni terenu są zmiany położenia (opadanie) zwierciadeł horyzontów wodonośnych, wywołane odwadnianiem. Powodują one zmniejszanie się wartości ciśnienia porowego, co z kolei prowadzi do wzrostu wartości naprężeń efektywnych, powodujących konsolidację

(dogęszczanie) się gruntów. Widocznym efektem opisanych procesów są osiadania powierzchni terenu. Wspomniane procesy są bardzo skomplikowane i złożone (występują tu dodatkowe czynniki np. sufozja mechaniczna), jednakże istnieje między nimi wyraźna korelacja. Wiele z pośród ścisłych rozwiązań opartych o rozważania teoretyczne okazała się rozwiązaniami mało dokładnymi. Między innymi dlatego, dla obszaru przedpola odkrywki KWB Turów zaproponowano metodykę opartą na korelacji pomierzonych depresji zwierciadeł poziomów wodonośnych i stwierdzonych obniżeniach powierzchni terenu (Wachelka i in. 2003). W wyniku korelacji w sposób doświadczalny ustalano wartość modułu ścisłości. Wiązało się to z koniecznością selekcji danych pomiarowych hydrogeologicznych i geodezyjnych zawartych w GSI oraz stworzenia odpowiednich procedur obliczeniowych (Wachelka i in. 2003). Wspomniana selekcja okazała się bardzo ważnym zabiegiem. Bardzo pomocnym na wspomnianym etapie selekcji danych okazało się wykorzystanie różnorodnych funkcji bazy danych sprzężone z możliwością graficznej prezentacji danych – tworzenie modeli różnych powierzchni strukturalnych. Efektem końcowym było stworzenie narzędzi informatycznych służących do prognozowania obniżeniach powierzchni terenu wskutek przewidywanych rozwojów lejów depresji w poszczególnych poziomach wodonośnych.



Rys. 4.1. Schemat monitorowania stateczności skarp
Fig. 1. Monitoring of slope stability



Rys. 5.2. Schemat monitorowania osiadań powierzchni terenu
Fig. 2. Monitoring of land subsidence

6. Podsumowanie

Wdrożenie w BOT KWB Turów S.A. Górniczego Systemu Informatycznego przyniosło szereg mierzalnych korzyści, z których za najważniejsze można uznać zwiększenie bezpieczeństwa pracy związanego z przewidywaniem zagrożeń naturalnych. Dzięki zastosowaniu technik informatycznych w obrębie GSI, czas upływający od momentu zauważenia zagrożenia, do chwili podjęcia decyzji o przeciwdziałaniu jego skutkom został maksymalnie skrócony, a możliwość komputerowej symulacji działań zapobiegających powstawaniu deformacji pozwala na opracowanie najskuteczniejszego wariantu działania.

Literatura

- [1] Wachelka L., Kłos M., Sołowczuk M. 1999: Cyfrowa relacyjna baza danych geologiczno-górnictw. [W:] Materiały konferencji „Optymalizacja wydobywania kopaliny przy wykorzystaniu technik informatycznych”, Bogatynia.

- [2] Rybicki S., Wachelka L., Fułat E., Rupała M., Płonka E., Wiśniewski J., Milkowski D., Dymarski J. 1999: Informatyczne wspomaganie prac przy zagrożeniach naturalnych w górnictwie odkrywkowym na przykładzie KWB Turów, Bogatynia.
- [3] Wachelka L., Rupała M., Mendakiewicz A. 2003: Modelowanie wpływu eksploatacji górniczej na środowisko z wykorzystaniem górniczych systemów informatycznych na przykładzie kopalni odkrywkowej. [W:] Materiały konferencyjne Zimowej Szkoły Eksploatacji 2003, Szczyrk.
- [4] Dymarski J., Wojnar B. 2005: Zastosowanie technologii SIP do prognozowania zagrożeń naturalnych w BOT KWB Turów SA. Kwartalny Biuletyn Informatyczny Węgiel Brunatny nr 51.

Monitoring of mining hazards in BOT KWB Turów S.A. using mining IT system

Mining IT system was described in this article. Authors describe how to use the system in recording of displacements in medium and how to predict slopes instability and land subsidences. They underline some advantages and benefits of using that system in BOT KWB Turów S.A.

Przekazano: 20 marca 2006 r.