

DOŚWIADCZENIA W STOSOWANIU SYSTEMU GEOLOG W KOPALNIACH KGHM POLSKA MIEDŹ SA

EXPERIENCE IN THE USE OF GEOLOGIST SYSTEM IN COPPER MINES OF KGHM POLSKA MIEDŹ S.A.

Jerzy Sałacki

Instytut Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN

Słowa kluczowe: geologia, złoża rud miedzi, systemy informatyczne
Keywords: geology, copper ore deposits, IT systems

Geneza i rozwój systemu informatycznego Geolog

Kierowanie furką eksploatacyjną oraz prace związane z gospodarką zasobami w sposób naturalny wymagają szczegółowych informacji o złożu. Podstawowym źródłem tych informacji są pomiary rozkładu zawartości miedzi w profilu pionowym skał złożowych, wykonywane przez służby geologiczne kopalń. Masowy charakter tych informacji wymaga sprawnego mechanizmu ich rejestrowania i przetwarzania. Próby zastosowania techniki komputerowej do wykonywania obliczeń geologicznych datuje się na koniec lat sześćdziesiątych. Obliczenia sprowadzały się na ogół do wyznaczania przedziału bilansowego w poszczególnych próbach i prognozowania średnich parametrów złoża dla zestawu prób wskazanych przez geologa.

O pierwszych próbach budowania systemu informatycznego można mówić od momentu, gdy utworzono bazę danych z atestów prób bruzdowych i otworów wiertniczych przechowywanych na jednostkach pamięci taśmowej, programy do zarządzania bazą danych oraz pierwsze programy użytkowe. Nośnikami danych wprowadzanych do systemu były karty perforowane. Programy systemu były napisane w językach Algol i Plan. System ten należy uznać za pierwszą wersję systemu informatycznego Geolog. Ideą systemu było przede wszystkim wspomaganie prac wykonywanych w Działach Geologicznych kopalń. Drugą ważną funkcją systemu było wspomaganie prac badawczych związanych z gospodarką zasobami.

Pierwsza wersja systemu Geolog zbudowana została przez zespół matematyków i programistów w Zakładach Badawczych i Projektowych Miedzi „Cuprum”. Skomputeryzowane zostały podstawowe prace związane z gospodarką zasobami w stopniu adekwatnym do możliwości sprzętu komputerowego. Wyróżnić tu można w szczególności:

- system zarządzania bazą danych z otworów wiertniczych i prób bruzdowych,
- pakiet programów do prognozowania parametrów złoża w wybranych obszarach złoża,
- system do ewidencjonowania i bilansowania zasobów w obszarze górniczym.

System Geolog eksploatowany był w ZBiPM „Cuprum” oraz ośrodkach obliczeniowych kopalń KGHM, na kolejnych wersjach komputerów serii Odra.

Nowy etap komputeryzacji związany był z wprowadzeniem nowoczesnych komputerów osobistych o dużej mocy obliczeniowej, wyposażonych w pamięci masowe o dużych pojemnościach. Bardzo ważną okolicznością było także przeniesienie komputera z niedostępnego dla geologa ośrodka obliczeniowego na jego biurko. Zwiększyło to znacznie zakres komputeryzowanych prac związanych z gospodarką zasobami. Drugim czynnikiem zwiększającym zakres komputeryzowanych prac było pojawienie się na rynku nowoczesnego osprzętu komputerowego, co stwarzało możliwości zastosowania techniki komputerowej w zupełnie nowych dziedzinach. W szczególności chodzi tu o digitizery i plotery, które umożliwiły przypisanie danym z prób bruzdowych współrzędnych miejsc ich pobrania. Pozwoliło to na zastosowanie w pracach geologicznych nowoczesnych metod badawczych i sprawne przedstawianie wyników badań. Współrzędne miejsc pobierania prób bruzdowych wyrażane są w lokalnym układzie współrzędnych, stosowanym w kopalniach KGHM Polska Miedź S.A.

W drugim etapie rozwoju systemu Geolog w znaczący sposób rozszerzony został zakres prac związanych z gospodarką zasobami, realizowanych w Działach Geologicznych kopalń, z wykorzystaniem techniki komputerowej. Wymienić tu można w szczególności:

- analizy parametrów złoża związane z wyposażeniem prób bruzdowych we współrzędne,
- system rejestracji i analizy składników towarzyszących miedzi,
- znaczne rozszerzenie funkcji opracowanych wcześniej programów.

Zastosowanie nowego sprzętu komputerowego wymagało zmiany struktury baz danych oraz języków programowania. Do wyboru były relacyjne bazy danych związane z systemem Dbase oraz lokalne bazy danych oparte o binarną formę rekordów oferowaną przez język Pascal. O wyborze języka Pascal zadecydowały:

- znacznie krótsze czasy operacji na bazie binarnej,
- prosta interpretacji rekordów w często bardzo złożonych algorytmach obliczeniowych.

Drugi etap rozwoju systemu Geolog zrealizowany został w Instytucie Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN przy aktywnej współpracy Działów Geologicznych kopalń LGOM.

Trzeci etap rozwoju systemu Geolog związany był z przeniesieniem funkcji systemu opartego na płaszczyźnie programowej systemu operacyjnego Dos na nowy system oparty na płaszczyźnie programowej MS Windows. Programy w nowym systemie wykonano w języku obiektowym Delphi. Język ten, stanowiący obiektowe rozwinięcie języka Paskal, jest jednocześnie mocnym narzędziem bazodanowym.

Do najważniejszych zmian w systemie należy zaliczyć:

- zbudowanie graficznego interfejsu użytkownika,
- zbudowanie, w oparciu o system graficzny Microstation, komputerowej mapy bloków geologicznych oraz komputerowej mapy pól eksploatacyjnych i połączenie ich interfejsami z systemem Geolog,
- zastosowanie w systemie programowania obiektowego, umożliwiającego między innymi wykonywanie złożonych obliczeń i prezentację wyników w trybie on line.

W trzecim etapie rozbudowy systemu Geolog uwzględniono także liczne doświadczenia z eksploatacji systemu oraz objęto komputeryzacją nowe obszary analiz związanych z gospodarką zasobami.

W dalszej części artykułu opisano aktualną strukturę systemu informatycznego Geolog, funkcje jego podsystemów oraz perspektywy rozwoju systemu w kontekście pojawiania się na rynku licznych zintegrowanych systemów, rozwiązujących problemy obsługi geologicznej procesu eksploatacji, projektowania i eksploatacji złoża oraz ekonomicznej optymalizacji procesu wydobycia i przeróbki.

Struktura systemu Geolog

System informatyczny Geolog służy do wspomagania prac prowadzonych w Działach Geologicznych kopalń. Poszczególne aplikacje systemu mogą być także wykorzystywane w pracach badawczych związanych z gospodarką złożem. System składa się z czterech podsystemów:

- **podsystem Geol** służy do analizy parametrów złoża w wybranych obszarach, w szczególności w blokach geologicznych (przedmiotem analizy jest okruszczowanie złoża miedzią lub miedzią ekwiwalentną),
- **podsystem Geol_e** służy do analizy parametrów złoża w polach eksploatacyjnych (przedmiotem analizy jest okruszczowanie złoża miedzią lub miedzią ekwiwalentną a także srebrem i ołowiem),
- **podsystem ST** służy do analizy parametrów złoża w wybranych obszarach, w szczególności w blokach geologicznych (przedmiotem analizy jest okruszczowanie złoża składnikami towarzyszącymi miedzi),
- **podsystem SEZA** służy do ewidencjonowania i bilansowania zasobów złoża w zadanych przedziałach czasu.

Wymienione wyżej podsystemy posiadają odrębne systemy zarządzania bazami. Aplikacje użytkowe poszczególnych podsystemów wykorzystują często zasoby baz danych innych podsystemów. Można więc uznać, że podsystemy są zintegrowane poprzez bazy danych.

Podsystem Geol

Przedmiotem analizy programów użytkowych podsystemu Geol są założenia bloki geologiczne. Są one konstruowane tak, aby zmienność parametrów złoża, w szczególności miąższość złoża bilansowego, była w obrębie bloku niewielka. Podział na bloki geologiczne podyktowany jest także rozwojem robót eksploatacyjnych.

W podsystemie Geol nie wprowadzono żadnych formalnych ograniczeń na wielkość i kształt bloku geologicznego. Blokiem geologicznym może być dowolny obszar złoża. Programy użytkowe podsystemu, w szczególności program do analizy rozkładu parametrów złoża metodą krigingu punktowego, wykorzystywane są między innymi do podziału złoża na bloki geologiczne o względnie jednorodnej wartości parametrów, szczególnie miąższości złoża bilansowego. Przedmiotem analizy większości programów użytkowych podsystemu Geol są takie właśnie bloki.

Podstawą do obliczeń są dane o złożu gromadzone w bazach danych podsystemu. Są to w szczególności:

- dane z atestów otworów wiertniczych gromadzone w zbiorach głównych podsystemu Geol,
- dane z atestów prób bruzdowych gromadzone w zbiorach głównych podsystemu Geol,

- komputerowa mapa bloków geologicznych opisująca strukturę geometryczną podziału obszaru górniczego na bloki,
- kryteria bilansowości i przemysłowości stosowane w kopalni,
- baza danych bloków geologicznych, wykorzystująca zasoby wymienionych wyżej baz danych,
- baza danych pomiarów wysokościowych stropu piaskowca.

Programy podsystemu Geol wykorzystują także bazę danych systemu ST, zawierającą między innymi dane o okruszcowaniu złoża srebrem.

Do ważniejszych funkcji związanych z zarządzaniem bazami danych należą:

- zarządzanie zbiorami głównym podsystemu, zawierającymi dane z atestów otworów wiertniczych i prób bruzdowych,
- zarządzanie bazą danych pomiarów wysokościowych stropu piaskowca,
- seryjne tworzenie bloków geologicznych w bazie danych bloków geologicznych na podstawie komputerowej mapy bloków geologicznych i zbiorów głównych podsystemu,
- korekta bloków geologicznych w bazie danych,
- generowanie roboczych baz danych.

Programy użytkowe podsystemu pozwalają na wykonywanie szerokiego spektrum czynności i analiz. Wszystkie analizy mogą być wykonywane dla miedzi lub dla miedzi ekwiwalentnej. Do ważniejszych analiz i czynności należy zaliczyć:

- dzielenie obszaru górniczego na wieloboki Bołdyriewa na podstawie analizy rozmieszczenia otworów wiertniczych leżących w jego otoczeniu oraz wyliczanie zasobów bilansowych na podstawie danych z otworów wiertniczych (wielobok Bołdyriewa utworzony dla wybranego otworu wiertniczego jest miejscem geometrycznym punktów, dla których odległości od tego otworu są mniejsze od odległości od pozostałych otworów wiertniczych),
- analizę parametrów złoża w otworze wiertniczym lub próbie bruzdowej dla dowolnie zadanych kryteriów przemysłowości,
- eksportowanie dowolnego zestawu parametrów złoża w próbach bruzdowych dla dowolnego zestawu prób,
- generowanie powierzchni aproksymującej strop piaskowca w poszczególnych sekcjach geologicznych,
- wyliczanie współrzędnej stropu piaskowca w próbach bruzdowych na podstawie powierzchni aproksymującej strop piaskowca,
- seryjne obliczanie parametrów złoża w blokach geologicznych metodą średnich i plasterkowania,
- wielowariantową analizę parametrów złoża w bloku geologicznym metodami plasterkowania i charakterystyk,
- analizę parametrów złoża w bloku geologicznym metodą krigingu blokowego,
- prognozowanie rozkładu parametrów złoża w bloku geologicznym metodą krigingu punktowego,
- wielowariantową analizę parametrów złoża w wybranym obszarze na podstawie parametrów złoża w blokach składowych,
- analizę parametrów złoża na froncie eksploatacyjnym oraz w parcelach wydzielanych z bloku geologicznego.

Podsystem Geol_e

Przedmiotem analizy programów użytkowych podsystemu Geol_e są pola eksploatacyjne. Są one projektowane tak, aby zakres zmienności wielkości furty eksploatacyjnej w polu umożliwił dobranie odpowiedniego systemu eksploatacji, gwarantującego bezpieczeństwo robót górniczych.

Zakres zmienności wielkości furty eksploatacyjnej w polu oraz parametry złoża w furcie mogą być ustalane na podstawie prognozy parametrów złoża w blokach składowych tj. blokach geologicznych, które częściowo lub w całości leżą w obszarze pola eksploatacyjnego. Aby zidentyfikować te bloki należy na siatkę pól eksploatacyjnych nałożyć siatkę bloków geologicznych.

W omówionym w poprzednim rozdziale podsystemie Geol nie wprowadzono żadnych formalnych ograniczeń na wielkość i kształt bloku geologicznego. Pole eksploatacyjne może więc być traktowane formalnie jako blok geologiczny. Przyjęcie takiego założenia umożliwia prognozowanie zmienności wielkości furty eksploatacyjnej w polu oraz parametrów złoża w furcie, na podstawie parametrów złoża w próbach bruzdowych leżących w obszarze pola, przy pomocy metod stosowanych w podsystemie Geol. Jest to dopuszczalne jedynie po stwierdzeniu niewielkiej zmienności miąższości złoża bilansowego w polu.

Podstawą do prognozowania parametrów złoża w polu eksploatacyjnym są:

- wybrane dane o złożu, gromadzone w bazach danych podsystemu Geol,
- komputerowa mapa pól eksploatacyjnych,
- baza danych pól eksploatacyjnych.

Programy podsystemu Geol_e wykorzystują także bazę danych podsystemu ST, zawierającą między innymi dane o okruszczeniu złoża srebrem i ołowiem oraz bazę podsystemu SEZA, zawierającą dane o cechach przypisanych zasobom w blokach geologicznych przy zastosowaniu przyjętej w kopalni klasyfikacji zasobów.

Do ważniejszych funkcji związanych z zarządzaniem bazą danych pól eksploatacyjnych należą:

- seryjne tworzenie pól eksploatacyjnych w bazie na podstawie komputerowej mapy pól i zbiorów głównych podsystemu Geol,
- korekta pól eksploatacyjnych w bazie danych,
- generowanie roboczych baz danych.

Programy użytkowe podsystemu pozwalają na wykonywanie szerokiego spektrum analiz. Wszystkie analizy mogą być wykonywane dla miedzi lub dla miedzi ekwiwalentnej. Niektóre programy analizują dodatkowo okruszczenie złoża ołowiem. Do ważniejszych analiz należy zaliczyć:

- analizę parametrów złoża w polu eksploatacyjnym metodą plasterkowania, na podstawie bloków składowych,
- analizę okruszczenia złoża w bloku eksploatacyjnym srebrem i ołowiem, na podstawie bloków składowych,
- analizę parametrów miedzi, srebra i ołowiu w złożu nie wyeksploatowanym z wykorzystaniem bazy danych podsystemu SEZA,
- analizę parametrów miedzi, srebra i ołowiu w złożu bilansowym z wykorzystaniem bazy danych podsystemu SEZA.

Podsystem ST

Podsystem ST służy do organizacji zbiorów danych o pierwiastkach i związkach chemicznych występujących w złożu rudy miedzi oraz do analizy występowania składników towarzyszących miedzi w próbach bruzdowych i w dowolnych obszarach złoża, w różnych przedziałach profilu pionowego. Dane źródłowe o składnikach towarzyszących miedzi pochodzą z atestów analiz pełnych wykonanych dla wybranych próbek bruzdowych oraz atestów analiz skróconych w próbkach skomasowanych wykonanych dla niektórych pierwiastków towarzyszących.

Podstawą do analiz są dane o składnikach towarzyszących gromadzone w bazach danych podsystemu ST oraz wybrane dane o złożu, gromadzone w bazach danych podsystemu Geol. Dane o składnikach towarzyszących w profilu próby bruzdowej mają taką samą strukturę jak dane o okruszczeniu złoża miedzią z tym zastrzeżeniem, że wartość parametru okruszczenia w niektórych interwałach profilu pionowego próby może być nieokreślona. W programach użytkowych podsystemu ST stosowane są dwie różne metody prognozowania okruszczenia złoża składnikami towarzyszącymi w tych interwałach.

Programy użytkowe podsystemu ST pozwalają na wykonywanie szerokiego spektrum czynności i analiz. Analizy wykonywane są przy zastosowaniu zasygnalizowanych wyżej metod. Do ważniejszych analiz i czynności należy zaliczyć:

- analiza wybranych składników towarzyszących w próbce bruzdowej,
- eksport danych o wybranych składnikach towarzyszących w wybranych próbkach bruzdowych,
- analiza i eksport parametrów okruszczenia złoża srebrem i ołowiem dla wybranego zestawu bloków geologicznych, przy zastosowaniu metody plasterkowania,
- analiza wybranego składnika towarzyszącego dla dowolnego obszaru złoża, metodą plasterkowania,
- analiza wybranego zestawu składników towarzyszących dla dowolnego obszaru złoża, metodą plasterkowania,
- analiza wybranego zestawu składników towarzyszących dla dowolnego obszaru złoża, metodą średnich.

Podsystem SEZA

Podsystem SEZA służy do ewidencjonowania i bilansowania zasobów miedzi w obszarze górniczym kopalni. Umożliwia on bieżącą i okresową analizę stanu zasobów oraz analizę zmian stanu zasobów w czasie, wykorzystywaną w szczególności do sporządzania rocznego bilansu zasobów. Stan zasobów w obszarze górniczym jest wypadkową stanu zasobów w poszczególnych blokach geologicznych. Struktura podziału obszaru górniczego na bloki geologiczne tworzona i aktualizowana jest przy pomocy komputerowej mapy bloków podsystemu Geol. Podsystem SEZA, po uprzednim wdrożeniu do analizy zasobów miedzi, może być także zastosowany do ewidencjonowania i bilansowania dowolnego składnika towarzyszącego miedzi.

Najmniejszym elementem złoża rozróżnianym geometrycznie w podsystemie jest blok geologiczny identyfikowany przez nazwę bloku. Blok geologiczny może zawierać w swoich granicach partie złoża o różnych rodzajach zasobów. Nie są one wydzielone geometrycznie.

Przez rodzaj zasobów rozumie się zasoby dające się jednoznacznie opisać przy pomocy przyjętej w kopalni klasyfikacji zasobów. Każdej partii złoża przyporządkowuje się wektor

cech opisujących rodzaj zasobów. Cechy zasobów powiązane są z przyjętą w kopalni klasyfikacją zasobów w taki sposób, że każdemu rodzajowi zasobów przyporządkowany jest jeden i tylko jeden wektor cech. Każdej partii złoża przyporządkowuje się ponadto pole powierzchni oraz parametry okruszczenia złoża.

Pełny opis bloku geologicznego w podsystemie SEZA zawiera:

- nazwę identyfikującą blok,
- wektor cech opisujących rodzaj zasobów,
- powierzchnię oraz parametry złoża dla poszczególnych rodzajów zasobów.

Opisy bloków geologicznych sporządzane i aktualizowane są na podstawie dokumentacji geologicznej złoża prowadzonej w Dziale Geologicznym kopalni. Opisy bloków geologicznych, sporządzone na początku okresu sprawozdawczego, przechowywane są w zbiorze o nazwie Stan_0.

Aktualizacja opisów bloku związana jest na ogół z rozwojem eksploatacji złoża oraz ze zmianą stopnia jego rozpoznania. W podsystemie SEZA wyróżniono zestaw typów zmian charakterystycznych dla przyjętych w kopalni technologii wybierania i klasyfikacji zasobów. Opis zmiany stanu bloku w poszczególnych partiach zawiera typ, datę zmiany i powierzchnię oraz w miarę potrzeb parametry złoża w partii złoża. Zmiany dokonywane w okresie sprawozdawczym przechowywane są w zbiorze o nazwie Zmiany.

Programy zarządzania bazą danych podsystemu SEZA pozwalają na wygenerowanie zbioru Stan, który stanowi wynik wprowadzenia zmian zapisanych w zbiorze Zmiany, do zbioru Stan_0. Zbiór Stan przedstawia stan bloków geologicznych na koniec okresu sprawozdawczego.

Podsystem SEZA wyposażony jest także w programy do generowania podzbiorów zbiorów podstawowych, celem dokonywania analiz wybranych obszarów złoża lub złoża o zadanych cechach.

Programy użytkowe podsystemu SEZA umożliwiają szybki dostęp do informacji zawartych w zbiorach systemowych i sporządzenie przekrojowych zestawień tematycznych o stanie zasobów, uwzględniających przyjętą w kopalni klasyfikację zasobów oraz geometryczny podział złoża na bloki obliczeniowe. Zakres informacji emitowanych przez system wynika z aktualnych potrzeb służb geologicznych kopalń i może być łatwo rozszerzany.

Programy użytkowe podsystemu pozwalają także na analizę zmian stanu zasobów w zadanym przedziale czasu. Podobnie jak w przypadku analizy stanu zasobów zestawienia wynikowe uwzględniają przyjętą w kopalni klasyfikację zasobów oraz geometryczny podział złoża na bloki obliczeniowe.

Perspektywy rozwoju systemu Geolog

Kolejne etapy rozwoju systemu Geolog rozpoczynały się od opracowania projektu adekwatnego do możliwości sprzętu komputerowego i aktualnych potrzeb użytkowników systemu. System eksploatowany był w Działach Geologicznych trzech kopalń KGHM Polska Miedź S.A. Jak to zwykle bywa, użytkownicy systemu zachęteni efektywnością stosowania metod obliczeniowych realizowanych przez system, proponowali komputeryzowanie coraz to nowych zagadnień. Wymagało to aktualizowania projektu systemu zarówno w sferze oprogramowania jak i struktury baz danych. System modyfikowany w tym trybie przez dłuższy okres czasu trudno uznać za optymalny.

Optymalizacja systemu przeprowadzana była na początku kolejnych etapów rozwoju systemu, związanych z zastosowaniem sprzętu komputerowego nowszej generacji oraz zastosowaniem nowych środków programistycznych. Optymalizacja projektu systemu przeprowadzana w tym trybie obciążona była jednak koniecznością zachowania niektórych struktur baz danych oraz algorytmów obliczeniowych.

Alternatywą było zawsze zaprojektowanie i wykonanie systemu zupełnie od nowa. Rozdziło to jednak następujące problemy:

- zmiana struktury baz danych i zastosowanie odpowiednich środków programistycznych wymaga na ogół gruntownej zmiany algorytmów obliczeniowych programów użytkowych,
- zaprojektowanie, wykonanie i wdrożenie nowego systemu musi być wykonane równoległe z eksploatacją systemu poprzedniego – czas realizacji tej operacji jest dość długi,
- decyzje o wykonaniu nowego systemu musi podejmować każdorazowo użytkownik systemu analizując czas i koszt wykonania nowego systemu oraz korzyści wynikające z wprowadzenia nowych rozwiązań.

Obecna postać systemu Geolog jest wynikiem ulepszania kolejnych wersji systemu opartych na płaszczyźnie programowej systemu operacyjnego Dos. Aktualnie system oparty jest na płaszczyźnie programowej Windows. Programy systemu wykonano w języku obiektowym Delphi. Język ten, stanowiący obiektowe rozwinięcie języka Paskal, jest jednocześnie mocnym narzędziem bazodanowym.

Alternatywą dla kontynuacji rozbudowy systemu Geolog jest przejęcie jego funkcji przez zintegrowany system komputerowy, rozwiązujący problemy obsługi geologicznej procesu eksploatacji, projektowania i eksploatacji złoża oraz optymalizacji ekonomicznej procesu wydobywania i przeróbki. Próby wdrażania takich systemów w KGHM Polska Miedź S.A. prowadzone są od wielu lat. Do zalet takiego rozwiązania, z punktu widzenia rozwiązywania problemów geologicznych, należy zaliczyć:

- możliwość zastosowania baz danych integrujących dane o złożu, dane związane z procesem eksploatacji złoża oraz dane ekonomiczne,
- rozbudowany interfejs użytkownika,
- możliwość wykorzystania nowoczesnych metod obliczeniowych stanowiących integralną część systemu,
- rozbudowane możliwości prezentacji wyników analiz, między innymi w postaci map geologicznych.

Perspektywy przejęcia funkcji systemu Geolog przez zintegrowany system komputerowy wydają się jednak odległe. Opisane wyżej merytoryczne funkcje systemu Geolog są wynikiem kumulacji specyficznych potrzeb służb geologicznych wyrażanych przez wszystkie lata rozwoju systemu. Większość z nich z pewnością nie jest realizowana przez zintegrowane systemy komputerowe. Implementacja funkcji systemu Geolog do zintegrowanego systemu wydaje się bardzo trudna i kosztowna. Jedynie sensownym rozwiązaniem wydaje się wypracowanie rozsądnej formy współdziałania systemów sprowadzającego się do:

- włączenie baz danych geologicznych do bazy danych systemu zintegrowanego,
- dokonanie przeglądu funkcji systemu Geolog celem ustalenia zakresu funkcji adekwatnej do aktualnych potrzeb,
- przystosowanie programów użytkowych systemu Geolog do współpracy z bazą danych systemu zintegrowanego.

Literatura

- Sałačka W., Sałaćki J., 1989: System zarządzania bazą danych o okruszcowaniu złoža Legnicko- Głogowskiego Okręgu Miedziowego. II Sympozjum Modele Matematyczne w programowaniu rozwoju gospodarki surowcami mineralnymi na temat: „Bazy danych w gospodarce surowcami mineralnymi”. Karniowice.
- Sałačka W., Sałaćki J., 1990: Zastosowanie techniki komputerowej do wspomaganía prac związanych z rozpoznaniem złoža i racjonalną gospodarką zasobami. 14 Światowy Kongres Górnictwa w Chinach, Pekin.
- Sałačka W., Sałaćki J., 1991: Problemy komputeryzacji w gospodarce zasobami. Rudy i Metale Nieżelazne.
- Sałaćki J., i in., 1995, 1996: Modernizacja i rozszerzenie systemów informatycznych obejmujących gospodarkę złożem w kopaniach KGHM Polska Miedź S.A. CPPGSMiE PAN, Kraków (praca niepublikowana).
- Sałačka W., Sałaćki J., 2000: Przegląd metod prognozowania okruszcowania złoža w bloku obliczeniowym na przykładzie złoža rud miedzi. Gospodarka Surowcami Mineralnymi, tom 16, zeszyt 3, Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków.
- Sałačka W., Sałaćki J., 2000: Skomputeryzowany model okruszcowania złoža rud miedzi w LGOM. VII Konferencja na temat: „Wykorzystanie zasobów kopalín użytecznych”. IGSMiE PAN, Kraków.
- Sałaćki J., 2004. Model złoža rud miedzi dla potrzeb projektowania i prowadzenia eksploatacji. Studia Rozprawy Monografie nr 126, Wydawnictwo IGSMiE PAN, Kraków.

Summary

The paper presents experience connected with computerization of works supporting geological analyses carried out in Geological Departments of the copper mines of KGHM Polska Miedź S.A. The first works were undertaken at the end of sixties in Copper Research and Designing Units in Wrocław, where the nucleus of the Geologist IT system was conceived. The system was modified and extended with development of computer technology and increased needs for computerized analyses carried out in Geological Departments of the mines. The current form of the system was elaborated in The Institute of Raw Materials and Energy Management of the Polish Academy of Sciences (PAN).

The basic source of information about deposits are measurements of copper content in vertical profile of deposit rocks performed by geological services of mines. Mass character of this information requires an efficient mechanism of their recording and processing.

We may speak about the first version of the Geologist IT system after creation in 1974 of a database from attestations of groove trials and drill holes stored on memory bands, from database management programs and from the first functional software. The system was run of the computer of Odra series. In this period basic works connected with deposit management were computerized to the extent adequate to the possibilities of computer hardware. We should distinguish in particular:

- *management system of data from drill holes and groove trials,*
- *software package for forecasting deposit parameters in selected areas,*
- *recording and deposits balancing system in the mining area.*

The second stage of computerization was connected with introduction of personal computers. Transfer of the computer from the calculation center inaccessible for a geologist to his desk was a very important change. This greatly increased the scope of computerized works connected with deposit management, and in particular:

- *coordinates of groove trials and connected with them analysis of deposit parameters were introduced,*
- *registration and analysis of components accompanying copper were introduced,*
- *functions of earlier developed programs were broadened.*

The current form of the geologist system results from the improvement of the earlier version of the system based on program platform of DOS operating system. The new system is based on MS Windows program platform. The programs of the system were carried out in Delphi language. This

language constituting an object-oriented development of Pascal language and it is at the same time a strong database instrument.

The present version of the system is composed of four subsystems:

- subsystem Geol to serve analysis of deposit parameters in selected areas, especially in exploration blocks,
- subsystem Geol_e to serve analysis of deposit parameters in exploitation fields,
- subsystem St to serve analysis of content in the deposit of components accompanying copper,
- subsystem SEZA to serve recording and balancing deposit resources in assumed time intervals.

Optimization of the system was made at the beginning of subsequent stages of its development. It was connected with the use of computer hardware of new generation and application of new software. Optimization of the system carried out this way was burdened with the need to maintain some structures of databases and calculation algorithms.

An alternative for further extension of the geologist system is taking over of its function by an integrated computer system solving the problems of geological service of the mine, designing and exploitation of the deposit and economic optimization of the mining process and processing. Attempts to introduce such a system in KGHM Polska Miedź S.A. have been carried out for several years..

However, perspectives to take over the functions of the geologist system by an integrated computer system seem to be distant. The above described substantive functions of the geologist system result from accumulation of specific needs of geological services expressed during all the years the system was developed. Most of them are certainly not realized by the integrated computer systems. Implementation of the functions of the geologist system into the integrated system seems very difficult and expensive. The only reasonable solution seems to be working out of the forms of both systems to operate together.

dr inż. Jerzy Sałacki
jsalacki@wroclaw.home.pl
tel. (071) 358 26 46