

GEOLOGICZNO-MIERNICZE OPROGRAMOWANIE DO ODBIORU ROBÓT GÓRNICZYCH ZŁÓŻ RUD MIEDZI W O/ZG POLKOWICE-SIERSZOWICE, OD POMYSŁU DO REALIZACJI

DEVELOPMENT OF THE COMPUTER MANAGEMENT SYSTEM OF MINING PRODUCTION SETTLEMENTS IN POLKOWICE-SIERSZOWICE MINE FROM THE IDEA TO THE REALIZATION

Roman Jedlecki, Jerzy Kubiak, Grzegorz Pasternak, Lesław Sikora - O/ZG „Polkowice-Sierszowice” KGHM Polska Miedź S.A

W kopalni „Polkowice-Sierszowice” prowadzi się comiesięczną ewidencję wykonanych robót górniczych. Dotychczas najslabszą stroną przeprowadzania tych obliczeń był brak odpowiednich narzędzi dla służby geologicznej. Dzięki „Oprogramowaniu Odbiorowemu” można szybciej i precyzyjniej przeprowadzić wielowariantową analizę parametrów geologicznych, dzięki której, można dokładniej obliczyć te parametry, trwale zapisując je w cyfrowej bazie danych „Oracle”. Poprzez zapytania do bazy (SQL) można w każdej chwili uzyskać informacje, zarówno liczbowe jak i graficzne, dotyczące przeprowadzonych obliczeń. Oprogramowanie budowano wykorzystując doświadczenie geologów górniczych z kopalni we współpracy z informatykami z firmy SHH z Wrocławia.

In Polkowice-Sierszowice mine the summary report of the mining activities is done monthly. So far, the weakest point of calculations that have been done was lack of proper tools for the geological department. Thanks to “reception application” carrying out the calculations mentioned above can be done faster and more efficiently. The calculations can also be permanently recorded in the “Oracle” data base. Through the question to the data base (SQL) the information either in form of numbers or graphic can be received regarding the calculations carried out. The application was built with the use of experience of geologists working for our mine, in co-operation with computer scientists working for SHH company situated in Wrocław.

Wstęp

W zakładach górniczych „Polkowice-Sierszowice” w układzie miesięcznym prowadzona jest analiza gospodarki złożem (tzw. odbiór robót górniczych). Rozliczenie to (w układzie oddział-rejon-kopalnia) obejmuje wyliczenie ilości urobku (wynikającej z furty eksploatacyjnej), ilości kopaliny, metalu - miedzi, jak również zawartości procentowej Cu w wydobytym urobku i kopalinie. Powyższe analizy przeprowadzane są w oparciu o zlokalizowane rejony działalności górniczej wynikające z odbiorowych map mierniczych i szkiców sztygarskich. Dotychczas najslabszą stroną w miesięcznym rozliczeniu wykonanych robót górniczych był brak odpowiednich, jednoznacznie zdefiniowanych narzędzi, za pomocą których można precyzyjnie i stosunkowo szybko wykonać właściwe wyliczenia i analizy. W dotychczasowych metodach pracy stosowana forma przeprowadzania obliczeń i wypełniania dokumentów sprowadzała się niejednokrotnie do ręcznych zapisów oraz obliczeń przy użyciu kalkulatora, przez co odtworzenie materiałów źródłowych stawało się trudne i czasochłonne. W związku z powyższymi niedogodnościami i rosnącymi potrzebami otrzymywania szybkich i precyzyjnych informacji dotyczących wielkości, jakości i charakteru robót górniczych, a także brak narzędzi umożliwiających bieżącą kontrolę i weryfikację poprawności dokonanych podziałów i obliczeń powstała aplikacja „ORG-G”. W 2008 r. w kopalni Polkowice-Sierszowice odbiory robót górniczych prowadzone były równoległe tradycyjnymi metodami oraz za pomocą aplikacji odbiorowej. Od 2009 r. odbiory robót górniczych wykonywane są w kopalni już tylko za pomocą aplikacji odbiorowej.

Organizacja pracy w aplikacji odbiorowej ORG-G

Warunkiem koniecznym do wykonania przed podjęciem pracy z aplikacją jest wczytanie do bazy Oracle aktualnych danych geologicznych z prób bruzdowych oraz map mierniczych z wykonanych robót górniczych (aktualizacja bazy danych). Aplikacja ORG-G działa w środowisku Microstation oraz komunikuje się z bazą danych poprzez SQL-a (*Structured Query Language*).

Wymagania programowe

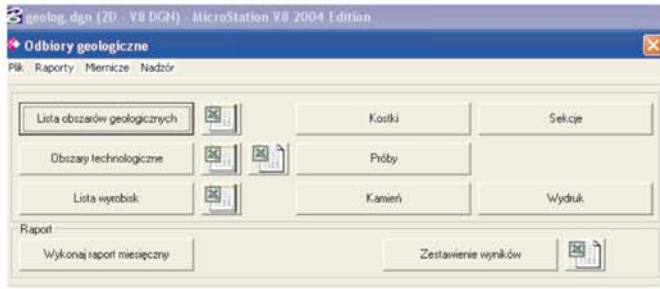
Aplikacja Odbiorowa ORG-G wykorzystuje:

- Środowisko bazodanowe Oracle - w nim zapisywane i przechowywane są wszystkie informacje dotyczące wprowadzonych danych z odbiorów zarówno części tabelaryczna, graficzna jak i dane z prób złożowych.
- Program Microstation - w celu graficznego zobrazowania wykonywanych działań.
- Arkusz kalkulacyjny Excel - do zestawień tabelarycznych (szablony).

Ustawienia globalne programu, parametry pracy, menu główne

Uruchamiając aplikację użytkownik loguje się na swoje hasło i dokonuje „Ustawień globalnych” wybierając rok, miesiąc i oddział, na którym przystępuje do wykonania odbiorów, a następnie ustawia „Parametry pracy” niezbędne do prawidłowego działania programu.

Zatwierdzenie ustawień powoduje, że aplikacja zostaje uruchomiona, otwiera się Microstation oraz właściwe okno



Rys 1. Okno główne aplikacji odbiorowej
Fig. 1.Reception application main window

menu głównego aplikacji (rys. 1).

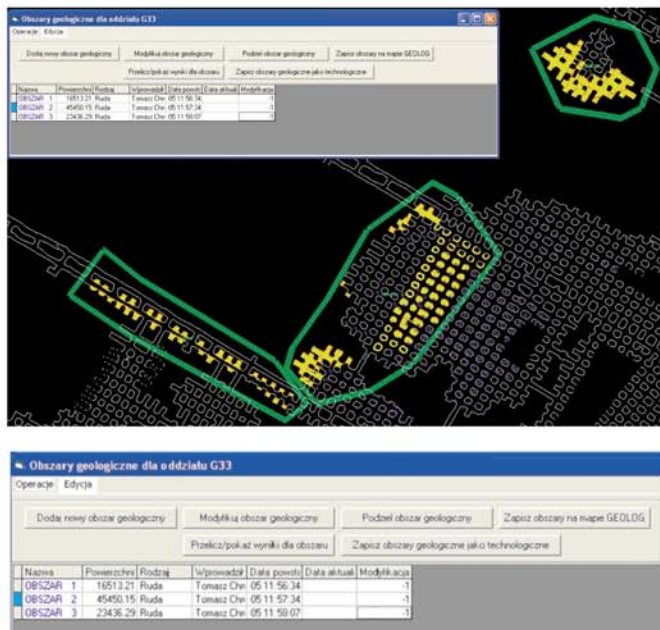
Fundamentalne etapy pracy w aplikacji odbiorowej

Praca z aplikacją ORG-G obejmuje pięć zasadniczych etapów:

- Budowa obszarów geologicznych.
- Konstruowanie obszarów technologicznych.
- Wyliczenie podstawowych danych odbiorowych w oparciu o mapy miernicze oraz zadane parametry złożowe i eksploatacyjne.
- Uzupełnienie odbiorów o dodatkowe elementy eksploatacyjne, nie powiązane z rysunkiem mierniczym.
- Tabele i zestawienia.

Budowa obszarów geologicznych

Ta część aplikacji służy do tworzenia obszarów geologicznych o jednorodnych pod względem złożowym parametrach takich jak miąższość złoża bilansowego, zawartość % Cu, ciężar objętościowy i zasobność. W oparciu o te parametry wykonane zostaną wyliczenia urobionej robotami górnictwami kopaliny i Cu w danym miesiącu. Po uruchomieniu polecenia z menu głównego: „Lista obszarów geologicznych” jako plik odniesienia w programie Microstation wyświetla się mapa miernicza z wykonanymi robotami górnictwami. Geolog wykonujący odbiory za pomocą polecenia “Dodaj nowy obszar geologiczny” (rys. 2) wykreśla obszary geologicznie grupując wykonane roboty



Rys. 2. Okno do wyznaczania i wykreślania obszarów geologicznych
Fig. 2. Window for determining and plotting the geological areas

górnictwe według uznania w bloki. Do wyrysowywania obszarów geologicznych wykorzystuje się standardowe narzędzia Microstation. Można w ten sposób wyznaczyć dowolną ilość obszarów, które równolegle edytują się w oknie „Obszary geologiczne oddziału” (rys. 2).

Funkcją “Przelicz/Pokaż wyniki dla obszaru” (rys. 2) do poszczególnych obszarów geologicznych, wczytywane są próby brzdowe oraz wyliczone zostają w oparciu o nie średnie parametry złożowe, o których wyżej mowa. Dane z prób brzdowych wraz z dokładnym opisem, parametrami złożowymi w próbach oraz średnimi parametrami wyświetlają się użytkownikowi w tabeli “Wyniki dla obszaru geologicznego” (rys. 3).

Rys. 3. Ekran „Wyniki dla obszaru geologicznego” – próby z parametrami
Fig. 3. Table with samples and parameters assigned to the area

Analiza utworzonych obszarów geologicznych pod kątem jednorodności parametrów geologicznych

Ta część obliczeń jest jednym z najważniejszych elementów pracy w aplikacji ponieważ poprawne jej przeprowadzenie jest gwarantem rzetelnych wyliczeń urobionej kopaliny i metalu (Cu). Za pomocą wybranych funkcji i poleceń analitycznych sprawdzana jest poprawność i jednorodność utworzonych obszarów np. pod względem miąższości złoża, występowania złoża w odmianach litologicznych, występowania prób kamien-

Seksja	Próba	Kamień nad złożem								
		węglany		rupek		piaskow				
		miąższ. [m]	zaw Cu [%]	miąższ. [m]	zaw Cu [%]	miąższ. [m]	zaw Cu [%]			
M001	1823	0.60	2.60	0.43	0.00	2.50	0.00	0.00	2.00	
	1824	0.90	2.60	0.27	0.00	2.50	0.00	0.00	2.00	
	1825	0.30	2.60	0.49	0.00	2.50	0.00	0.00	2.00	
	1888	1.10	2.60	0.44	0.00	2.50	0.00	0.00	2.00	
	1894	1.60	2.60	0.08	0.00	2.50	0.00	0.00	2.00	
	1895	0.55	2.60	0.47	0.00	2.50	0.00	0.00	2.00	
	1896	1.20	2.60	0.40	0.00	2.50	0.00	0.00	2.00	
	1892								0.00	2.00
	1893								0.00	2.00
	1897								0.00	2.00
	1898								0.00	2.00
	1899								0.00	2.00
	1900								0.00	2.00
	1906	1.20	2.60	0.34	0.00	2.50	0.00	0.00	2.00	
	1907	0.40	2.60	0.51	0.00	2.50	0.00	0.00	2.00	
1908	0.00	2.60	0.00	0.00	2.50	0.00	0.00	2.00		
1909	0.90	2.60	0.16	0.00	2.50	0.00	0.00	2.00		
1909	1.10	2.60	0.42	0.00	2.50	0.00	0.00	2.00		
SREDNI		0.76	2.60	0.35	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

Rys. 4. Przykładowe zestawienie wyników analizy okruszczonego piaskowca (bilansowego)
Fig. 4. Example of deposit analysis in respect of sandstone balance mineralization

nych (bezzłożowych) i inne.

Wyniki przeprowadzonej analizy przedstawiane są w formie tabelarycznej i graficznej - na mapie. Dla przykładu przeprowadzono analizę okruszczenia piaskowca poleceniem „pokaż próby z okruszczonym piaskowcem”. Powyższa analiza polega na zaznaczeniu w obrębie danego obszaru geologicznego tylko tych prób, w których stwierdzono występowanie okruszczonego bilansowo piaskowca (rys. 4).

W wyniku analizy dowiadujemy się, że w 10 próbach spośród 18 prób występuje piaskowiec okruszczony bilansowo. Wyniki analizy należy wyświetlić na mapie, na tle wykreślonych uprzednio obszarów geologicznych i zakresów robót górniczych, co będzie podstawą do przeprowadzenia podziałów lub modyfikacji danego bloku.

Podział i modyfikacja obszarów geologicznych

Po przeprowadzeniu wieloaspektowych analiz jednorodności złoża obszary geologiczne można zmodyfikować lub podzielić na mniejsze bloki. W wyniku analizy na obecność okruszczonego piaskowca i zobrazowaniu jej na mapie można zauważyć, że próby z piaskowcem okruszczonym (koła czerwone) grupują się w taki sposób, iż pierwotnie wyrysowany blok można podzielić na trzy mniejsze bloki. Operator wyrysuje więc na rysunku linie podziału, w wyniku czego program automatycznie dzieli obszar nazwany pierwotnie „G51 front” na trzy podobszary: G51 front/1, G51 front/2, G51 front/3 i edytuje ten podział w tabeli (rys. 5).

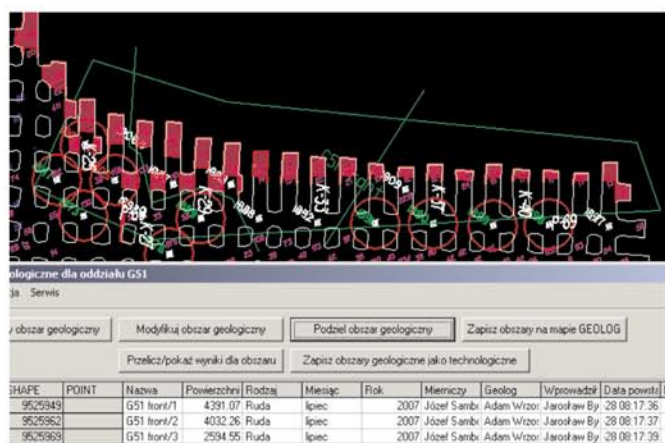
Raport z obszarów geologicznych

Dla każdego z powstałych obszarów geologicznych możemy wyświetlić raport dotyczący złoża i eksportować go do Excela jako gotowe zestawienia zbiorcze jakości urobionej kopaliny za dany miesiąc dla danego oddziału. W każdej chwili można mieć wgląd w różne interesujące parametry geologiczne i wyczerpania na ekranie monitora lub np. w statystyki prób danego obszaru (rys. 6).

Kolejnym etapem działania aplikacji ORG-G jest zapisanie „Obszarów geologicznych” jako „Obszary technologiczne”

Obszary technologiczne

Punktem wyjściowym do pracy w „obszarach technologicznych” są utworzone wcześniej obszary geologiczne.



Rys. 5. Podział obszaru geologicznego z uwagi na występowanie stref z okruszczonym bilansowo piaskowcem

Fig. 5. Geological area partition in respect of balance mineralized sandstone occurrence

Kamień nad złożem			
	Węglany	Łupki	Piaskowce
ilość	18	0	0
min miąższość	0.70		
max miąższość	3.00		
śred. miąższość	1.93		
min zawartość Cu	0.05		
max zawartość Cu	0.65		
śred. zawartość Cu	0.18		

Zroże			
	Węglany	Łupki	Piaskowce
ilość	16	18	0
min miąższość	0.20	0.20	
max miąższość	2.05	0.40	
śred. miąższość	0.64	0.34	
min zawartość Cu	0.80	3.28	
max zawartość Cu	2.91	14.58	
śred. zawartość Cu	1.59	8.09	

Kamień pod złożem			
	Węglany	Łupki	Piaskowce
ilość	0	1	0
min miąższość		0.10	
max miąższość		0.10	
śred. miąższość		0.10	
min zawartość Cu		0.44	
max zawartość Cu		0.44	
śred. zawartość Cu		0.44	

Rys. 6. Statystyka prób dla danego obszaru geologicznego
Fig. 6. Samples statistics for the given geological area

Podział obszarów technologicznych, edycja rodzaju i wielkości furty eksploatacyjnej oraz typu robót górniczych

Ta część aplikacji odpowiada za prawidłowe przyporządkowanie wydzielonym obszarom: rodzaju technologii urabiania złoża, furty eksploatacyjnej jak również na wyczerpaniu jakości skał otaczających złoża w furcie eksploatacyjnej. Biorąc pod uwagę typ i rodzaj robót górniczych wydzielamy podobszary technologiczne. Mechanizm podziału obszarów technologicznych wykorzystuje podstawowe narzędzia Microstation i jest identyczny jak przy obszarach geologicznych.

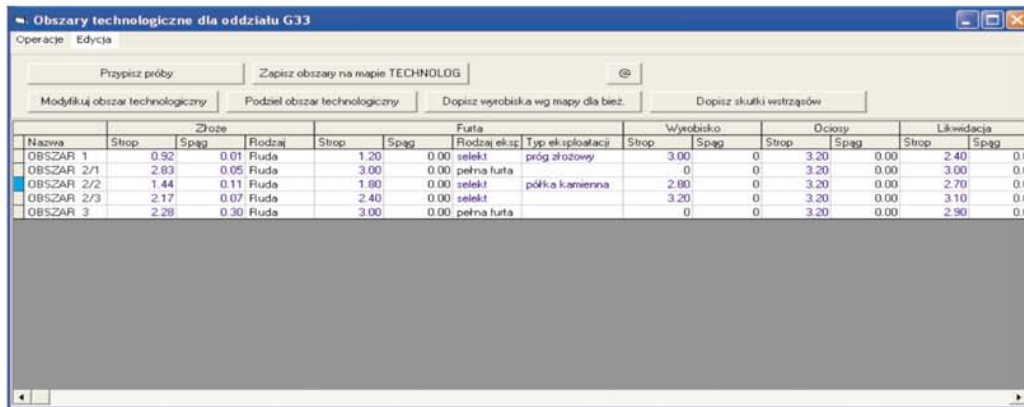
Kolejnym krokiem jest zadanie furty eksploatacyjnej oraz określenie rodzaju prowadzonych robót górniczych (lista zapisana w słownikach aplikacji). Przypisanie furty eksploatacyjnej realizowane jest bezpośrednio wyświetlając listę obszarów technologicznych lub w tabeli dla danego obszaru technologicznego (rys. 7).

Furta eksploatacyjna zadawana jest dla części węglanowej oraz dla części piaskowcowej (uwzględnia strop piaskowca jako reper). Podczas edycji furty eksploatacyjnej w osobnych kolumnach mamy podgląd w przedział bilansowy złoża, co pozwala nam na właściwe dobranie furty. Bardzo istotnym rozwiązaniem informatycznym jest to, że aplikacja odbiorowa potrafi sama rozróżnić rodzaje wykonanych robót górniczych. Dzieje się tak ponieważ wprowadzono zasadę rozdziału tychże robót według atrybutów graficznych na mapie mierniczej. Aplikacja rozpoznaje jaki rodzaj robót w danym obszarze technologicznym występuje i na żądanie wyświetla w tabeli te pozycje. Operator ma jasność, że w danym obszarze technologicznym powinien zadać furty np. dla postępu robót w caliznie, likwidacji (zawale), czy przybierkom ociosów, stropów lub spągów.

Analizy i zestawienia tabelaryczne dla obszaru technologicznego

Dla każdego z obszarów technologicznych istnieje możliwość edycji średnich parametrów określonych w przedziale „furta eksploatacyjna” w rozbiciu na „kamień nad złożem” – „złoża (kopalina)” – „kamień pod złożem” (rys. 8).

Dotatkowo aplikacja umożliwia w szybki i czytelny sposób przedstawienie graficzne wybranego zagadnienia niezbędnego

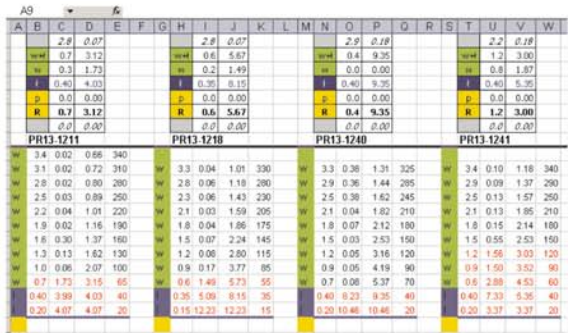


Rys. 7. Edycja typów i rodzajów robót górniczych wraz z zestawieniem zbiorczym obszarów technologicznych

Fig. 7. Editing of types and kinds of mining operations connected with cumulative list of the operational mining areas (with the type of exploitation (full face / selective) which should be applied)

Sumaryczne wyniki dla obszaru technologicznego G31 front / Z											
węglany		łupki		piaskowce		w + f		ciężar obj.		Wyd Cu	
mężdżość [m]	zaw Cu [%]	mężdżość [m]	zaw Cu [%]	mężdżość [m]	zaw Cu [%]	mężdżość [m]	zaw Cu [%]	[m]	[Mg/m ³]	[m]	[g/m ²]
1.22	0.30	0.00	0.00	0.00	0.00	1.22	1.22	2.60	0.30		9.5
Kamień nad złożem											
1.11	2.61	0.38	11.60	0.00	0.00	1.40	1.40	2.57	4.98		189.4
Złoże (kopalna)											
Kamień pod złożem											
0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.0
Razem											
2.32	1.50	0.38	11.60	0.00	0.00	2.70	2.70	2.58	2.85		198.9

Rys. 8. Średnie parametry w granicach określonych furta eksploatacyjną
Fig. 8. Average parameters within borders described by established ore body exploitation thickness



Rys. 9. Wycinek analizy graficznej rozmieszczenia okruszczenia wraz ze średnimi parametrami prób bruzdowych

Fig. 9. A fragment of the graphical analysis of the mineral distribution within the ore body with average parameters of the samples

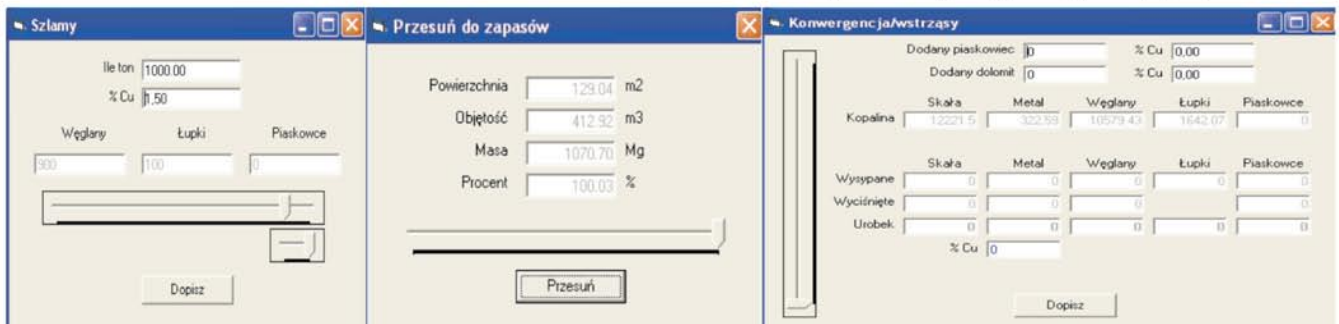
do analiz, przykładowe rozmieszczenie okruszczenia w próbach bruzdowych wraz ze średnimi parametrami jakościowymi Cu przedstawiono na rysunku 9.

Przypisanie obszarów technologicznych do powierzchni odbiorowych

Po określeniu granic i zakończeniu edycji obszarów technologicznych następuje przypisanie i przeliczenie zadanych w obszarze technologicznym parametrów. Każdy element odbiorowej mapy mierniczej posiada odpowiedni atrybut, grafikę i warstwę, w związku z czym aplikacja ORG-G analizuje i uwzględnia to wszystko przetwarzając dane na tym etapie.

Wyrobiska górnicze

W kolejnym etapie pracy „lista wyrobisk” powstaje szereg składowych obszarów, których ilość uzależniona jest od liczby obszarów technologicznych, wynikających z mierniczej mapy odbiorowej, jak również od istniejących na mapach granic podziałów wymuszonych przepisami ewidencyjnymi prawa geologicznego i górniczego, w których wyliczana jest masa kopaliny, rudy i metalu (Cu). Automatycznie następuje agregacja obszarów, których wyznacznikiem jest np. granica gmin, dokumentacyjne bloki geologiczne, pola i piętra, ten sam blok



Rys. 10. Narzędzia pozwalające na odbiór dodatkowych robót górniczych

Fig. 10. Tools which allow adding additional types of the mining works into the software database

jakości, poprzez dostępne narzędzia aplikacyjne, realizowane jest rozliczenie dodatkowych, robót górniczych (rys. 10).

Efektom finalnym odbioru robót górniczych za dany miesiąc dla danego oddziału górniczego jest tabelaryczne zestawienie zbiorcze (rys. 11).

W oparciu o odbiory poszczególnych oddziałów (dane zapisane w bazie Oracle) generowane są miesięczne odbiory robót górniczych kopalni zgodnie z zaakceptowanym szablonem. Poprzez zapytania do bazy w zadanym przedziale czasowym (również narastająco), z uwzględnieniem wymaganych, bądź żądanych elementów (rys. 12) można szybko i precyzyjnie uzyskać informacje dotyczące objętości i masy urobionej kopaliny (rys. 13), co szczególnie okazuje się przydatne podczas bilansowania zasobów złoża.

Podsumowanie

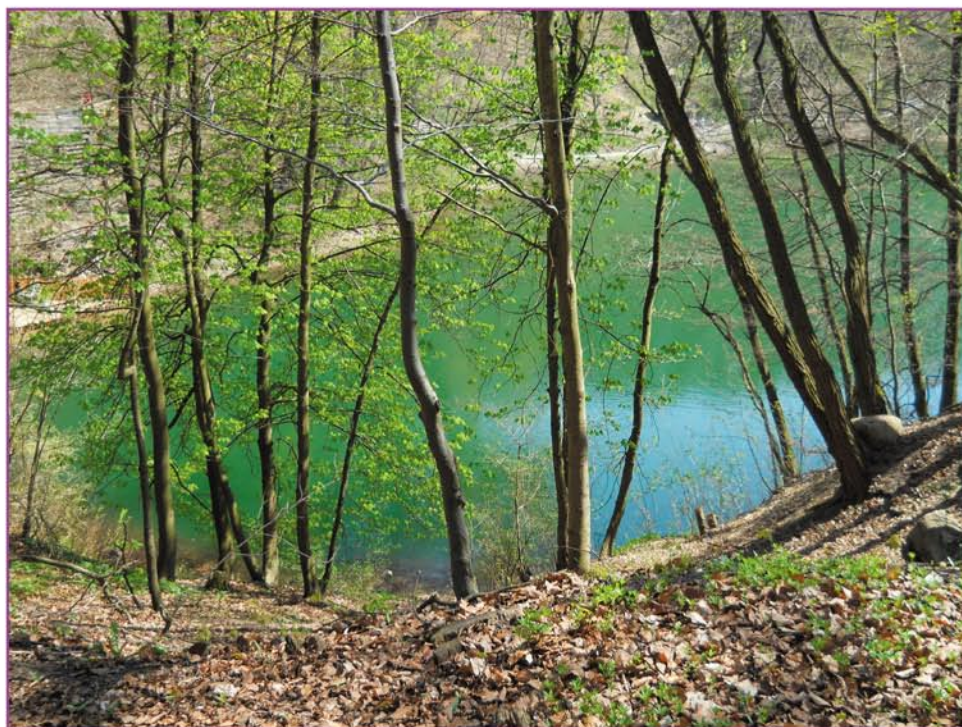
Oprogramowanie wspomagające odbiory robót górniczych stało się narzędziem, które w znacznym stopniu zunifikowało, a zarazem zautomatyzowało proces rozliczania produkcji górniczej. Wszelkie informacje z odbiorów, znalazły swoje miejsce w bazie Oracle, dzięki czemu grafika, jak i poszczególne obliczenia w postaci tabelarycznej można w każdej chwili w łatwy sposób pozyskać. Bardzo istotnym atutem oprogramowania jest wyłączenie użytkownika z wykonywania niejednokrotnie skomplikowanych podziałów ilości urobionej kopaliny z uwagi na: gminę, ewidencyjne bloki geologiczne, rejony kosztowe, pola i piętra eksploatacyjne, filary szybowe czy inne niezbędne parcele, gdyż te podziały program wykonuje automatycznie

poprzez analizę rysunku oraz map biorących udział w obliczeniach. Jednocześnie należy zwrócić uwagę na fakt, że pomimo tego, iż program pomaga użytkownikowi w analizach jednorodności złoża, doborze furt eksploatacyjnych i innych istotnych z punktu widzenia odbiorów decyzjach, nie zwalnia go, a wręcz wymusza na nim potrzebę dokonywania wstępnej analizy już na etapie obserwacji „dołowych”. Do poprawnego przeprowadzenia odbiorów ciągle niezbędne pozostaje doświadczenie oraz znajomość budowy geologicznej danego oddziału i rejonu wydobywczego. Na uwagę zasługuje również fakt, że pewne skomplikowane (trudne do uchwycenia) procesy geomechaniczne takie jak „konwergencja” czy chociażby „skutki wstrząsu” (uwzględniając obecny stan wiedzy i doświadczenie) zostały w jednoznaczny sposób zdefiniowane i rozwiązane.

Na koniec należy dodać fakt, że Oprogramowanie Odbiorowe, którego pomysłodawcami są geolodzy kopalni Polkowice-Sieroszowice - autorzy niniejszego artykułu, stało się podstawą, na bazie której tworzone są obecnie w KGHM w ramach projektu ISZEZ pochodne moduły: Planowy, Planowo/Odbiorowy - służące do planowania produkcji górniczej oraz do porównywania planów i odbiorów. W ramach projektu ISZEZ powstaje także „oraclowa” baza danych geologicznych o złożu Cu oraz soli, a także część analityczna służąca do obliczeń parametrów geologicznych na pojedynczej próbie oraz grupie prób. W ramach projektu ISZEZ w najbliższym czasie nastąpi implementacja oprogramowania odbiorowego Polkowice-Sieroszowice oraz powstających na jego pomysły modułów do pozostałych kopalń Spółki.

Artykuł recenzował dr inż. Szymon Modrzejewski

*Rękopis otrzymano 19.04.2011 r. *2291*



Jezioro Szmaragdowe

Fot. Justyna Relisko-Rybak