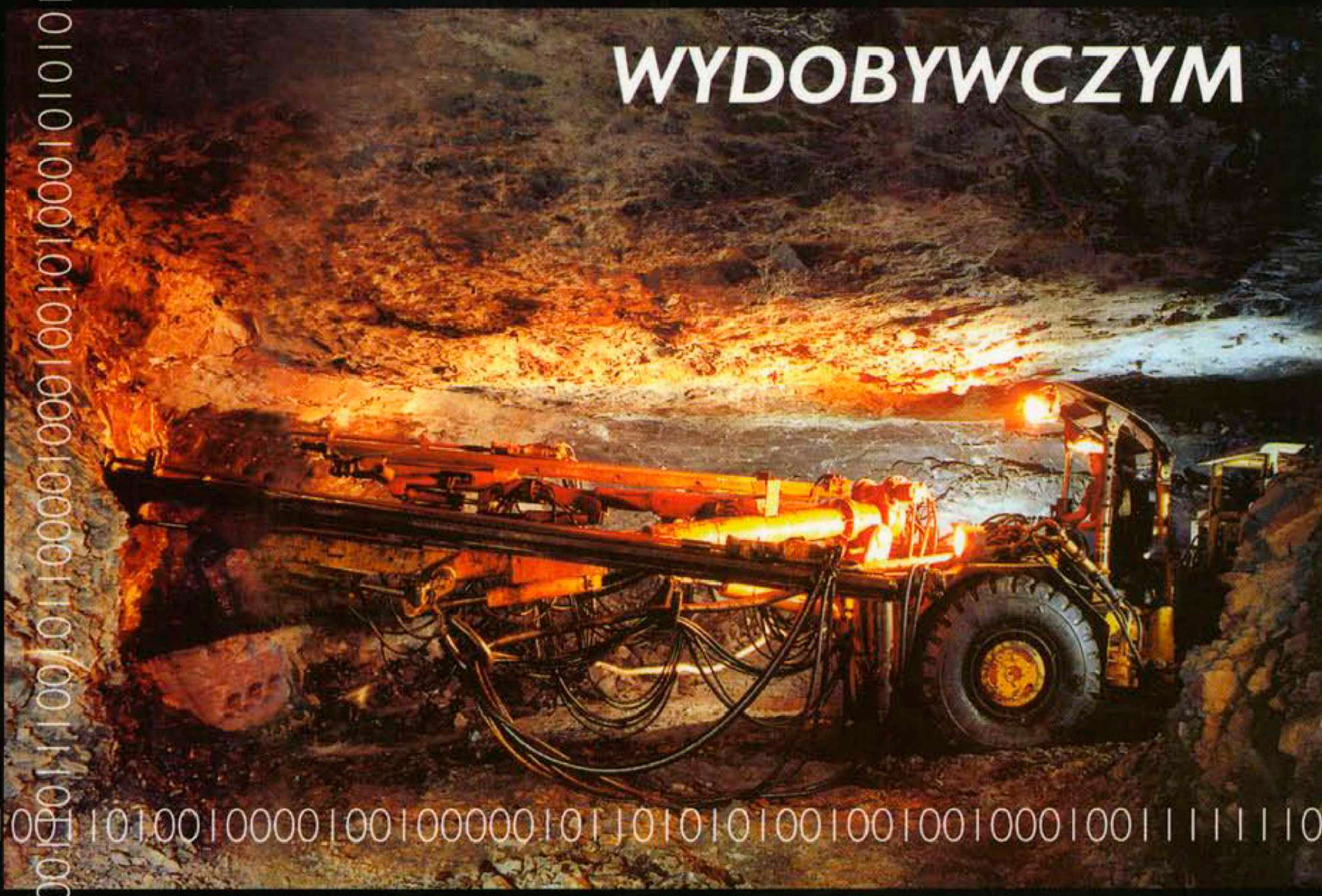
INFORMATYKA W PRZEMYŚLE WYDOBYWCZYM



Biblioteka Szkoły Eksploatacji Podziemnej

Patron
Jubileuszowego wydania
Materiałów Konferencyjnych SEP
1992-2021

KGHM
POLSKA MIEDŹ

SZKOŁA EKSPLOATACJI PODZIEMNEJ

POLSKA AKADEMIA NAUK
Instytut Gospodarki
Surowcami Mineralnymi i Energią

AKADEMIA GÓRNICZO-HUTNICZA
Katedra Górnictwa Podziemnego

MATERIAŁY SZKOŁY EKSPLOATACJI PODZIEMNEJ 2003

Szczyrk, 17 – 21 lutego 2003

BIBLIOTEKA SZKOŁY EKSPLOATACJI PODZIEMNEJ
Seria Wykłady nr 24

Kraków 2003

REDAKCJA NAUKOWA
Jrzy Kicki

KOMITET ORGANIZACYJNY
Wacław Andrusikiewicz, Artur Dyczko (sekretarz), Jacek Jarosz (wiceprzewodniczący),
Jerzy Kicki (przewodniczący), Barbara Marchewczyk, Maciej Mazurkiewicz, Zenon Pilecki,
Zbigniew Piotrowski, Piotr Saługa, Jacek Sobczyk, Krzysztof Stachurski

KORESPONDENCI ZAGRANICZNI
Cas Bruniany (USA), Giennadij Gajko (Ukraina), Andrzej Harasimowicz (Kanada), Krzysztof Pietkiewicz (Szwecja),
Mietek Rataj (Australia), Richard Sabela (Niemcy), Anton Sroka (Niemcy)

ADRES KOMITETU ORGANIZACYJNEGO
Szkoła Eksploatacji Podziemnej
ul. Józefa Wybickiego 7
30-950 Kraków 65, skr. poczt. 49
tel./fax (0-12) 632 13 24
fax (0-12) 632 35 24

Druk publikacji wykonano na podstawie dostarczonych oryginalnych tekstów
na odpowiedzialność Autorów

ISBN 83-89174-95-2

Wydawnictwo IGSMiE PAN
31-261 Kraków, ul. Józefa Wybickiego 7
tel. (0-12) 632 33 00, fax (0-12) 632 35 24

© Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Kraków 2003
Printed in Poland

Druk z gotowych oryginałów wykonała Drukarnia „PATRIA", Kraków, ul. Borsucza 40
Wydanie I. Nakład 350 egz.

POLISH ACADEMY OF SCIENCE
Minerals and Energy
Economy Research Institute

UNIVERSITY OF MINING AND MAETALLURGY
Department of Underground Mining

PROCEEDINGS OF THE SCHOOL OF UNDERGROUND MINING 2003

Szczyrk, 17 – 21 February 2003

SCHOOL OF UNDERGROUND MINING LIBRARY
Series Wykłady No 24

Cracow 2003

SCIENTIFIC EDITING
Jerzy Kicki

ORGANIZING COMMITTEE
Wacław Andrusikiewicz, Artur Dyczko (secretary), Jacek Jarosz (vice-chairman), Jerzy Kicki (chairman),
Barbara Marchewczyk, Maciej Mazurkiewicz, Zenon Pilecki, Zbigniew Piotrowski,
Piotr Saługa, Jacek Sobczyk, Krzysztof Stachurski

FOREIGN CORRESPONDENTS
Cas Bruniany (USA), Giennadij Gajko (Ukraine), Andrzej Harasimowicz (Canada), Krzysztof Pietkiewicz (Sweden),
Mietek Rataj (Australia), Richard Sabela (Germany), Anton Sroka (Germany)

COMMITTEE ADDRESS
School of Underground Mining
ul. Józefa Wybickiego 7
30-950 Kraków 65, skr. poczt. 49
tel./fax (0-12) 632 13 24
fax (0-12) 632 35 24

Proceedings are based in originally texts

ISBN 83-89174-95-2

PUBLISHED BY
Wydawnictwo IGSMiE PAN
31-261 Kraków, ul. Józefa Wybickiego 7
tel. (0-12) 632 33 00, fax (0-12) 632 35 24

© School of Unergroun Mining, Cracow 2003
Printed in Poland

Spis treści

Słowo wstępne – Jerzy Kicki 7

Czesław BARTOSZEK, Henryk DYDACKI, Krzysztof BESLER
Systemy informatyczne wspomagające pracę służb bhp w kopalniach Gliwickiej Spółki Węglowej S.A. 9

Andrzej BĄK, Tadeusz KACZAREWSKI
Optymalizacja pracy służby mierniczej Kopalni Węgla Brunatnego „Turów" wynikiem wykorzystania technik informatycznych 19

Romuald CHRYST, Roman KUŚ
Projektowanie i harmonogramowanie eksploatacji z wykorzystaniem technik informatycznych 29

Artur KRAWCZYK, Janusz OSTROWSKI, Edward POPIOŁEK,
Wojciech SKOBLIŃSKI, Mariusz SZANIAWSKI
System informatyczny badań deformacji szybów górniczych 37

Roman KUŚ
Zintegrowany System Zarządzania Produkcją w przedsiębiorstwach górniczych 45

Adam MENDAKIEWICZ, Michał RUPALA, Leszek WACHELKA
Modelowanie wpływu eksploatacji górniczej na środowisko z wykorzystaniem górniczych systemów informatycznych na przykładzie kopalni odkrywkowej 55

Contents

Preface – Jerzy Kicki 7

Czesław BARTOSZEK, Henryk DYDACKI, Krzysztof BESLER
Computer systems assisting industrial safety services work at the mines of Gliwicka Coal Company S.A. 9

Andrzej BĄK, Tadeusz KACZAREWSKI
Optimisation of strip-mine „Turów" Measuring Service's operations as the result of applying IT techniques 19

Romuald CHRYST, Roman KUŚ
Designing of exploitation and stacking processes in lignite mines with use of IT techniques 29

Artur KRAWCZYK, Janusz OSTROWSKI, Edward POPIOŁEK, Wojciech SKOBLIŃSKI, Mariusz SZANIAWSKI
Mine shafts deformation information system 37

Roman KUŚ
The Integrated Production Management System in Mining Companies 45

Adam MENDAKIEWICZ, Michał RUPALA, Leszek WACHELKA
Modelling of mining exploiting influence to the environment using Mining IT Systems based on a Strip Mine example 55

Wiele, może nawet zbyt wiele mówi się i pisze się dziś o wpływie informatyki na cywilizację materialną, na towary, usługi i działalność gospodarczą.
Wpływ ten jest jednak naprawdę ważny, być może jeszcze nawet ważniejszy niż można by sądzić.

Peter F. Drucker, Myśli przewodnie Druckera,
MT- Biznes, Warszawa, 2002

Słowo wstępne

Tą publikacją stanowiącą część Materiałów Szkoły inaugurujemy kolejną sesję, która - mam nadzieję - będzie stałym punktem programu następnych naszych spotkań. Sądzę, że sesja „Informatyka w przemyśle wydobywczym" znajdzie swoich licznych zwolenników i stanie się miejscem ciekawych oraz twórczych dyskusji. Adresatem jej są nie tylko pracownicy związani z górnictwem podziemnym, a więc przede wszystkim górnictwem węgla kamiennego i rud metali, ale także pozostałych branż.

Nadchodzący okres jest często nazywany Erą Informacyjną, w której przewiduje się, iż nastąpi powszechne komunikowanie za pomocą technologii informatycznych, czyli takich, w których część systemu informacyjnego z punktu widzenia przyjętych celów jest skomputeryzowana. Tak też będzie w przedsiębiorstwach przemysłu wydobywczego. Istnienie i funkcjonowanie odpowiedniego systemu informatycznego jest warunkiem sprawnego zarządzania przedsiębiorstwem. Powoduje on, iż przedsiębiorca dysponuje narzędziem do podejmowania celowych działań i decyzji. To właśnie jakość systemów informatycznych i skala ich zastosowania coraz częściej będzie decydowała o jakości procesu zarządzania, a tym samym o obliczu przedsiębiorstw - w tym także przedsiębiorstw przemysłu wydobywczego. Mimo, w wielu przypadkach, trudnej sytuacji ekonomiczno-finansowej komputeryzują one coraz szersze obszary swojej działalności. Ale obok systemów informatycznych, które są jeszcze rzadkością w naszych kopalniach, używanych jest wiele programów, bez których trudno sobie wyobrazić funkcjonowanie kopalni w dzisiejszych warunkach. Również te programy postaramy się zaprezentować Uczestnikom Szkoły.

Rolę przetwarzania informacji potwierdza również G. Morgan, który pisze w „Obrazach organizacji" (PWN, Warszawa, 1997) „...Jeśli się dobrze zastanowić, to wszelkie aspekty funkcjonowania organizacji zależą od tego czy innego rodzaju przetwarzania informacji...".

Wierzę, że wymiana doświadczeń szerokiego grona osób zajmujących się informatyką stanie się ważnym impulsem na drodze do zbudowania nowego wizerunku przedsiębiorstwa górniczego XXI wieku.

Przewodniczący Komitetu Organizacyjnego
Szkoły Eksploatacji Podziemnej

Jerzy Kicki

Organizacja sesji „Informatyka w przemyśle wydobywczym" stała się możliwa dzięki zaangażowaniu i pomocy finansowej prężnej firmy PRGW Sosnowiec sp. z o.o.

Mat. Konf. Szkoły Eksploatacji
Podziemnej 2003, str. 9–18

Czesław BARTOSZEK, Henryk DYDACKI
GSW S.A., Gliwice, tel. (0-32) 2394503
Krzysztof BESLER
KWK „Szczygłowice", Knurów

Systemy informatyczne wspomagające pracę służb bhp w kopalniach Gliwickiej Spółki Węglowej S.A.

Słowa kluczowe

praca służb bhp – wspomaganie informatyczne

Streszczenie

Programy komputerowe wspomagające prace służb BHP w kopalniach GSW S.A. są jednym z elementów realizacji programu zarządzania bezpieczeństwem pracy. W referacie przedstawiono program umożliwiający tworzenie rejestrów, zestawień i raportów ułatwiających codzienną pracę, program umożliwiający obliczanie dawki skumulowanej pyłu, jaką w ciągu pracy zawodowej wchłania pracownik, program pozwalający na rejestrację narażeń pracowników na wszystkie czynniki szkodliwe dla zdrowia występujące w kopalni oraz sposób wspomagania szkoleń pracowników z wykorzystaniem techniki animacji komputerowej i sprzętu multimedialnego.

1. Wprowadzenie

Na podstawie delegacji zawartych w odpowiednich artykułach ustaw: Prawo geologiczne i górnicze oraz Kodeks pracy, Minister Gospodarki, Minister Zdrowia i Opieki Społecznej oraz Rada Ministrów wydali rozporządzenia, które zobowiązują pracodawców do:

- rejestrowania i przechowywania danych dotyczących każdego pracownika pracującego w narażeniu na pyły szkodliwe dla zdrowia [1],
- rejestrowania i przechowywania rejestrów pracowników narażonych na działanie czynników rakotwórczych [2],
- rejestrowania i przechowywania wyników badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia [3],
- sporządzania wywiadów środowiskowych dotyczących podejrzeń o chorobę zawodową, tj. przebiegów pracy zawodowej pracownika z określeniem zagrożeń zawodowych występujących w środowisku pracy z podaniem czasu narażenia zawodowego [4],
- rejestru chorób zawodowych i podejrzeń o choroby zawodowe,
- rejestru wypadków przy pracy,
- rejestrowanie wydanych zaświadczeń szkoleń bhp,
- wydawanie zaświadczeń ukończenia szkoleń bhp.

Sprostanie tym wymaganiom przepisów prawa pracy obliguje pracodawcę do regularnego prowadzenia badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy i tworzenia stosownej dokumentacji, dokonywania oceny higienicznej warunków pracy dla pracowników na poszczególnych stanowiskach pracy (stacjonarnych i ruchomych), rejestracji każdego dnia pracy przepracowanego w warunkach szkodliwych dla zdrowia przez poszczególnego pracownika, szacowania ryzyka zawodowego związanego ze środowiskiem pracy, tudzież sporządzanie na bieżąco w/w rejestrów.

Dla sporządzenia wywiadu środowiskowego przy podejrzeniu o chorobę zawodową, lub cywilno – prawnych roszczeń pracownika o odszkodowanie z tytułu uszczerbku na zdrowiu z powodu warunków pracy trzeba udokumentować przebieg całej pracy u pracodawcy z podaniem narażenia na czynniki szkodliwe i uciążliwe dla zdrowia w środowisku pracy danego pracownika.

Sprawozdania statystyczne do GUS, inspekcji sanitarnej, urzędów górniczych wymagają licznych zestawień danych liczbowych itp. Wykonanie powyższego wymaga zaangażowania grupy pracowników i wytężonej pracy.

Efektywność sporządzania rejestrów, wywiadów, sprawozdań statystycznych itp. wymagała wprowadzenia systematycznego powiązania danych o stanie środowiska pracy z czasem ekspozycji pracownika na oddziaływanie tego środowiska. System taki powstał w KWK „Szczygłowice" w 1995 roku i Zarządzeniem Dyrektora Kopalni z dnia 22.12.1995 wprowadzony do stosowania. Po rocznym testowaniu wprowadzona została wersja elektroniczna w postaci programu komputerowego, który pierwotnie nazywał się „Pyłoteka" obejmował tylko narażenie na pyły węgla kamiennego i był fazą wstępną programu „Archiwum BHP" sporządzoną na potrzeby projektu celowego pt. „Ograniczenie ryzyka zachorowalności na pylicę u górników Gliwickiej Spółki Węglowej". Obecnie program „Archiwum BHP" obejmuje pełny zakres rejestracji warunków środowiska pracy oraz dniówek pracowników, pracuje w Accesie 97 w środowisku Windows 98. Do wspomagania pracy służb bhp w zakresie tworzenia niezbędnych rejestrów służy program „Baza danych dla BHP" pracujący również w Accesie 97 w środowisku Windows.

2. Budowa programu rejestracji narażenia pracowników na czynniki szkodliwe dla zdrowia „Archiwum BHP"

Program funkcjonuje w oparciu o pojęcia:

- katalog stanowisk lub wykonywanych czynności,
- ogniwo, czyli miejsca pracy,
- wykaz pracowników.

Katalog stanowisk lub wykonywanych czynności zawiera opis wszystkich stanowisk pracy w kopalni lub rodzajów czynności wykonywanych w procesie pracy w dniu roboczym, z przypisanymi do nich numerami. Katalog jest wykazem otwartym z możliwością dopisywania nowych pozycji w miarę potrzeb. W tej chwili katalog zawiera 774 pozycje.

Ogniwa to zdefiniowane numerem miejsca wykonywania pracy, ich lokalizacja i opis. Nowe ogniwa zakładane są dla nowych miejsc pracy (tab. 2.1) i zamykane po zakończeniu robót.

Wykaz pracowników to lista wszystkich pracowników będących stanie zatrudnienia i zwolnionych. Numer stały, to numer nadawany pracownikowi przy przyjęciu do pracy i przypisany tylko do niego. Po zwolnieniu pracownika numeru tego nie otrzymuje już nikt inny.

Tablica 2.1. Wykaz ogniw
Table 2.1. List of elements defined as workplaces

Ogniwo	Nazwa	Oddział	Pokład	Przecznica	Poziom	Data założenia	Data zamknięcia
1	Ściana nr IX	G-1	405/1	V	650 m	23-09-1996	28-02-1998
3	Ściana nr XV	G-6	403/1	III	450 m	09-12-1996	31-12-1997

Ogniwo opisane niepowtarzalnym numerem zawiera opis rodzaju wykonywanych prac, dokładną lokalizację, datę rozpoczęcia prac (otwarcie ogniwa), datę zakończenia prac (zamknięcie ogniwa) i wykaz numerów katalogowych wszystkich stanowisk lub czynności wykonywanych w ogniwie. W ogniwie rejestrowane też są wszystkie wyniki pomiarów wykonane na stanowiskach lub miejscach pracy według numerów katalogu w tym ogniwie. Przez wyniki pomiarów należy rozumieć wszystkie wielkości pozwalające dokonać oceny higienicznej warunków pracy, krotność NDN, NDS. Rejestrowana jest data pomiarów i ich wykonawca. W ten sposób tworzy się bazę danych o miejscach pracy i warunkach higienicznych na nich występujących.

Drugą bazę danych tworzy się rejestrując dniówki pracownika. Dokumentem, który zawiera precyzyjne dane o pracy poszczególnego pracownika jest miesięczny dowód zarobkowy, tworzony na podstawie dziennych raportów dozoru. W dowodzie zapisane są ilości dni przepracowane przez poszczególnego pracownika na określonym numerem katalogowym stanowisku lub miejscu pracy. Te dane tj. ilość dniówek na numerze katalogowym w miesiącu w ogniwie wprowadzane są do historii pracy danego pracownika (może to być kilka numerów katalogowych stanowisk w jednym lub kilku ogniwach).

Numerami katalogowymi opisane są wszystkie stanowiska pracy i czynności w zakładzie. Rejestrowane są wszystkie dniówki pracownika, bez względu na to czy przepracowane były w warunkach szkodliwych dla zdrowia czy nie.

Program łączy ze sobą dane ogniw (numery katalogowe i zarejestrowane na nich wyniki pomiarów) z danymi przebiegu pracy pracownika (ogniwa, numery katalogowe w ogniwie, ilość dni pracy na poszczególnym numerze katalogowym) i w ten sposób otrzymujemy historię narażenia. Historia narażenia podaje nam ile dni w miesiącu przepracował pracownik, gdzie i w jakich warunkach narażenia, na co (jaki czynnik szkodliwy dla zdrowia) a w zestawieniu z historia pracy pokazuje wszystkie dni przepracowane przez poszczególnego pracownika przy jakiej pracy i gdzie. Tworzone przez program Raporty Narażenia (tab. 2.2 i 2.3), dokumentują warunki pracy każdego pracownika na przestrzeni lat pracy.

Tablica 2.2. Raport narażenia na hałas
Table 2.2. Report on exposure to noise

Data urodzenia: 01-01-1951 Jan Kowalski Data zatrudnienia: 01-01-1970
Nr stały: 10000 Data zwolnienia: 01-01-2001

W miesiącu	Ogniwo	Nr katalogowy przepracowanych	Liczba dni LEx, 8h	Poziom ekspozycji [dB]	Krotność NDN
31-03-2000	29	100	14	92	5,0
31-03-2000	9	100	6	92	5,0

Tablica 2.3. Raport narażenia na pył
Table 2.3. Report on exposure to dust

Data urodzenia: 01-01-1951 Jan Kowalski Data zatrudnienia: 01-01-1970
Nr stały: 10000 Data zwolnienia: 01-01-2001

W miesiącu	Ogniwo	Nr kat.	L. Dni	Pył całk. mg/m^3	Pył resp. mg/m^3	Krzemionka
31-01-2000	29	100	14	20,0	2,9	2,4
28-02-2000	9	100	6	10,3	2,1	3,1
		Dawka skumulowana:			2234	dzień mg/m^3

Legenda stanowisk i wykonywanych czynności

Nr kat.	Opis
14	obsługa przenośników taśmowych odstawy

Podsumowanie

Data urodzenia: 01-01-1951 Jan Kowalski Data zatrudnienia: 01-01-1970
Nr stały: 10000 Data zwolnienia: 01-01-2001

Rok	Liczba dni przepracowanych	w tym powyżej NDS	przy śr. stężeniu mg/m^3 całkowitym	respirabilnym	śr. krzemionce %
2000	210	151	4,0	4,3	5,3

3. Praktyczne zastosowane programu „Archiwum BHP"

Program jest bardzo użytecznym narzędziem służby BHP i pracodawcy. Spełnia żądania prawa pracy, daje pełny obraz stanu warunków higieny pracy w zakładzie, umożliwia pełną dokumentację przebiegu pracy i ewentualnego narażenia poszczególnego pracownika na czynniki szkodliwe dla zdrowia w środowisku pracy. Raporty narażenia dają szczegółowe dane do wywiadów środowiskowych przy podejrzeniu o chorobę zawodową lub co ostatnio istotne w przypadku roszczeń pracowniczych z powództwa cywilnego o uszczerbek na zdrowiu spowodowany warunkami pracy. Zestawienia, które program tworzy kapitalnie ułatwiają pracę służbie BHP. I tak:

- zaliczenia ogniwa tj. miejsca pracy np.: ściany, przodki, fronty robót górniczych, do poszczególnych kategorii zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia tworzy program automatycznie po wprowadzeniu wyników pomiarów do ogniwa (tab. 3.1), [5],
- harmonogram pomiarów – automatycznie określa datę ponownych pomiarów poszczególnych czynników szkodliwych dla danego numeru katalogowego zgodnie z wymogami rozporządzenia (tab. 3.2), [3],
- zestawienie wyników pomiarów powyżej NDN lub NDS dla żądanych numerów katalogowych w zadanym okresie ze wszystkich ogniw w których występują. Pozwala to na określenie stopnia zagrożenia przy wykonywaniu określonego rodzaju pracy,
- zestawienie wyników pomiarów poniżej NDN lub NDS działa jak powyżej dla stanowisk gdzie występuje narażenie ale nie ma zagrożenia czynnikami szkodliwymi dla zdrowia,
- zestawienie – pracownicy w warunkach przekroczenia NDS – podaje wszystkich pracowników zarejestrowanych w bazie danych narażonych na pyły węgla kamiennego z wyliczoną dla nich dawką prospektywną, retrospektywną i skumulowaną wchłoniętą w czasie ekspozycji na pyły za cały okres ich pracy w kopalni (tab. 3.3),
- zestawienie – pracownicy w warunkach przekroczenia NDN i NDS za żądany okres (dzień) daje gotowe dane do sprawozdań statystycznych np. Z-10, podaje ilość narażonych na

poszczególne czynniki szkodliwe dla zdrowia, sumę narażonych liczonych jeden raz i narażonych na jeden czynnik (tab. 3.4).

Tablica 3.1. Wyniki pomiarów stężenia pyłu w powietrzu oraz zaliczenie przez KRZG do poszczególnych kategorii zagrożenia działaniem pyłów szkodliwych dla zdrowia
Table 3.1. Results of dust concentration measurements in the air and classifying them into particular categories of harmful dust hazard to health by KRZG

Oddział: GG-1, śc. XI, Pokład: 405/1, Przecznica: I-IIa, Poziom: 650-850m

Miejsce pomiaru	Data	Zmiana	Pył całk.	Pył resp.	Krzemionka
1. pomiar dla stanowisk o	13-03-2001	B	31,3	3,6	3,4
numerach katalogowych	14-03-2001	B	41,2	4,8	3,9
1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 203, 334,	14-03-2001	D	33,4	4,0	3,0
	15-03-2001	A	47,7	5,2	3,2
wartości średnie			38,4	4,4	3,4
wartości dopuszczalne			4,0	2,0	
krotność przekroczenia wartości dopuszczalnych			9,6	2,1	

kategoria zagrożenia pyłami szkodliwymi dla zdrowia: B

Tablica 3.2. Harmonogram pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia, poziom dźwięku powyżej NDN
Table 3.2. Schedule of measurements of hazardous factors to health

Kod ogniwa	Numer katalogowy	Numer miejsca pomiaru	ostatni pomiar	następny pomiar
10	513	1	15-03-2001	15-09-2001
	515	0	08-01-2001	08-07-2001

Tablica 3.3. Wykaz osób zatrudnionych w warunkach przekroczenia dopuszczalnych wartości w okresie do 30-09-2002
Table 3.3. List of employees working in harmful conditions to health exceeding acceptable levels

L.p.	Numer stały	Nazwisko i Imię	Dawka prospektywna	Dawka retrospektywna	Dawka skumulowana
1	10242	Kowalski Jan	12,1	133,3	145,4
2	11173	Kowalski Jan	19,5	85,3	104,8

Tablica 3.4. Pracownicy w narażeniu na czynniki szkodliwe dla zdrowia w dniu 31-01-2001
Table 3.4. Employees exposed to harmful factors to health

Ilość czynników szkodliwych	Ilość osób narażonych	Zapylenie	Hałas	Drgania	Substancje chemiczne
0	957	0	0	0	0
1	1333 808	524	0	1	

Program tworzy też automatycznie rejestr wyników badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia na stanowisku pracy wraz z kartami pomiarowymi wg wzoru rozporządzenia [3].

Program umożliwia inne zestawienia tworzone według zapotrzebowania. Np. zestawienie ilości dni przepracowanych przez poszczególnego pracownika w roku w narażeniu na poszczególne czynniki szkodliwe dla zdrowia. Przykładowo narażenie na czynniki szkodliwe dla zdrowia tylko dla wąskiej grupy pracowników ma charakter ciągły i stały. W przypadku narażenia na pyły węgla kamiennego możemy mówić o narażeniu, kiedy nastąpi przekroczenie dawki prospektywnej w roku a skumulowanej w całym okresie zatrudnienia.

Pojęcie dawki prospektywnej, dawki skumulowanej uzupełnia dawka retrospektywna. Są to wielkości określone przez IMP i ZŚ w Sosnowcu we wnioskach projektu celowego wczesnego wykrywania pylicy u górników jako wielkości obrazujące stopień narażenia na pyły węgla kamiennego górników w czasie ekspozycji zawodowej. Jako dawkę skumulowaną graniczną dla 25 letniej pracy górnika przyjęto 50, [6].

Dawka retrospektywna jest to dawka obliczona dla poszczególnego górnika dla lat jego ekspozycji na pyły przed rejestracją w programie.

Dawka prospektywna to dawka wynikająca z ekspozycji tegoż górnika od momentu jego rejestracji w programie. Dawka skumulowana to dawka sumaryczna wyliczona automatycznie dla każdego górnika zarejestrowanego w programie jako suma jego dawki retrospektywnej i na bieżąco naliczanej dawki prospektywnej.

Kontrolowanie zatem wielkości dawki skumulowanej pozwala na określenie stopnia zagrożenia powstania pylicy u poszczególnych górników i odpowiednie wczesne podjęcie działań profilaktycznych.

Dla hałasu i drgań czy substancji chemicznych brak takiego kryterium oceny zagrożenie zdrowia pracownika. Wpisywanie danych z raportów narażenia, na skierowaniach na badanie lekarskie profilaktyczne, daje jednak w połączeniu z wynikami badań, możliwość stosowania odpowiedniej profilaktyki wobec pracowników, u których stwierdzono objawy uszczerbku na zdrowiu z tych przyczyn.

4. Budowa programu „Baza danych dla BHP"

Program pracuje w Accesie 97 w środowisku Windows 98 i stanowi zbiór danych zawartych w rejestrach i zestawieniach wzajemnie powiązanych, w którym główną rolę spełnia baza danych osobowych pracowników będących w stanie zatrudnienia i poza stanem zatrudnienia. Program obejmuje:

- **dane osobowe pracowników,** które zawierają wszelkie dane pracownika umożliwiające jego bezbłędną identyfikację i wyczerpują potrzeby służb BHP i szkolenia do sporządzania np.: protokołów powypadkowych, wystawiania zaświadczeń po odbytych szkoleniach bhp itp. Rejestrowanie zmian danych osobowych w cyklu miesięcznym ze względu na ruch załogi pozwala na stałe utrzymywanie aktualnej bazy danych pracowników będących w stanie zatrudnienia i archiwizowanie bazy danych byłych pracowników,
- **rejestr wypadków przy pracy,** który zawiera informacje o wypadkach przy pracy pozwalające na tworzenie zestawień i analiz wypadków wyciąganie z nich wniosków i podejmowanie działań zmierzających do uniknięcia podobnych wypadków w przyszłości (tab. 4.1 i 4.2),

- **rejestr uprawnień i badań psychologicznych,** który zawiera informacje o zakresie badań, dacie ich odbycia i terminie ważności u poszczególnych pracowników. Pozwala to na bieżącą kontrolę np. przestrzegania zatrudniania pracowników na stanowiskach pracy wymagających takich badań (tab. 4.3),
- **rejestr chorób zawodowych,** który zawiera dane osobowe, nazwę orzeczonej choroby zawodowej, nr stosownej decyzji i sytuację zawodową osoby u której orzeczono występowanie choroby,
- **rejestr szkoleń bhp (wstępnych, podstawowych i okresowych),** który zawiera dane osobowe pracownika, rodzaj szkolenia, datę szkolenia, nr dokumentacji szkoleniowej (tab. 4.4 i 4.5),
- **rejestr kursów zawodowych,** który zawiera dane osobowe pracownika, rodzaj kursu, datę jego odbycia, nr zaświadczeń, kwalifikacji itp.,
- **rejestr uprawnień i upoważnień,** który zawiera dane osobowe pracownika, rodzaj uprawnienia, upoważnienia, nr i nazwę dokumentu uprawniającego do wydania, datę wydania.

Tablica 4.1. Wypadki w oddz. - zanotowane w okresie od 07.01.1999 do 01.11.2002
Table 4.1. Accidents in the flat reported from 07.01.1999 to 01.11.2002

Lp.	Nazwisko	Imię	nr zn	data wypadku	obrażenia
Oddział	G-1				
1	Kowalski	Jan	622	22.02.1999	Rana grzbietu nosa

Tablica 4.2. Wydarzenia powodujące wypadki w okresie od 07.01.1999 do 21.07.2000
Table 4.2. Description of accidents causes from 07.01.1999 to 21.07.2000

Kod / wydarzenie		Ilość wypadków	
01	Oberwanie się skał ze stropu	20	wyp.
02	Oberwanie się skał z ociosu	6	wyp.
12	Spadnięcie, stoczenie się lub obsunięcie mas i brył skalnych	7	wyp.
	Suma całkowita:	34 wyp.	

Tablica 4.3. Wykaz badań psychologicznych pracowników oddziału GG-1
Table 4.3. List of psychological tests for GG-1 flat employees

nr stały	Nazwisko	Imię	oddział	Nr zn	nr bad	data badania	data ważności
10242	Kowalski	Jan	GG-1	818	211/02	13.02.2002	13.02.2006
10249	Kowalski	Jan	GG-1	883	455/98	24.09.1998	24.09.2002

Tablica 4.4. WYKAZ Nr 160/02 pracowników uczestniczących w szkoleniu okresowym bhp w dniu 07.11.2002
Table 4.4. LIST No 160 / 02 of the employees taking part in periodic trainings on industrial safety on 07.11.2002

EWIDENCJA wydanych zaświadczeń.

Lp.	Nazwisko	Imię	oddział	nr znaczka	nr stały	d. Szkolenia
1	Kowalski	Jan	GPD-1	1899	12127	07.11.2002
2	Kowalski	Jan	GPD-1	1937	11750	07.11.2002

W załączeniu 3 zaświadczeń ukończenia szkolenia teoretycznego i 3 zaświadczeń ukończenia szkolenia praktycznego.

Tablica 4.5. Wykaz pracowników oddziału GG-1 z ważnym szkoleniem okresowym
Table 4.5. List of employees of GG-1 flat with valid periodic training

Lp.	Nazwisko	Imię	nr zn	nr_staly	stanowisko	data ważności szkolenia	nr wykazu
1	Kowalski	Jan	818	10242	górnik	24.01.2003	3/02
2	Kowalski	Jan	883	10249	ślusarz	16.05.2003	88/02

Wykorzystując zawarte w programie powiązania między bazą danych osobowych a poszczególnymi rejestrami możliwe jest itp. automatyczne drukowanie zaświadczeń o ukończonych szkoleniach bhp, drukowanie upoważnień do obsługi maszyn i urządzeń, tworzenie zestawień w poszczególnych rejestrach wg aktualnych potrzeb logistycznych, analitycznych itp.

5. Szkolenia z wykorzystaniem techniki animacji komputerowej i sprzętu multimedialnego

Główną formą prowadzonych szkoleń jak i narad był wykład, czyli głosowe przekazywanie informacji przez wykładowcę lub prowadzącego, poparte planszami, zawierającymi tablice, wykresy oraz rysunki. Używa się również rzutnika z foliami, co wymaga jednak zaciemnienia sali, w której prowadzona jest prezentacja. Rzadziej jest stosowana forma seminaryjna, o ile wymagane jest szczególne zaangażowanie słuchaczy, a celem jest wskazanie przyczyn i podjęcie właściwych decyzji.

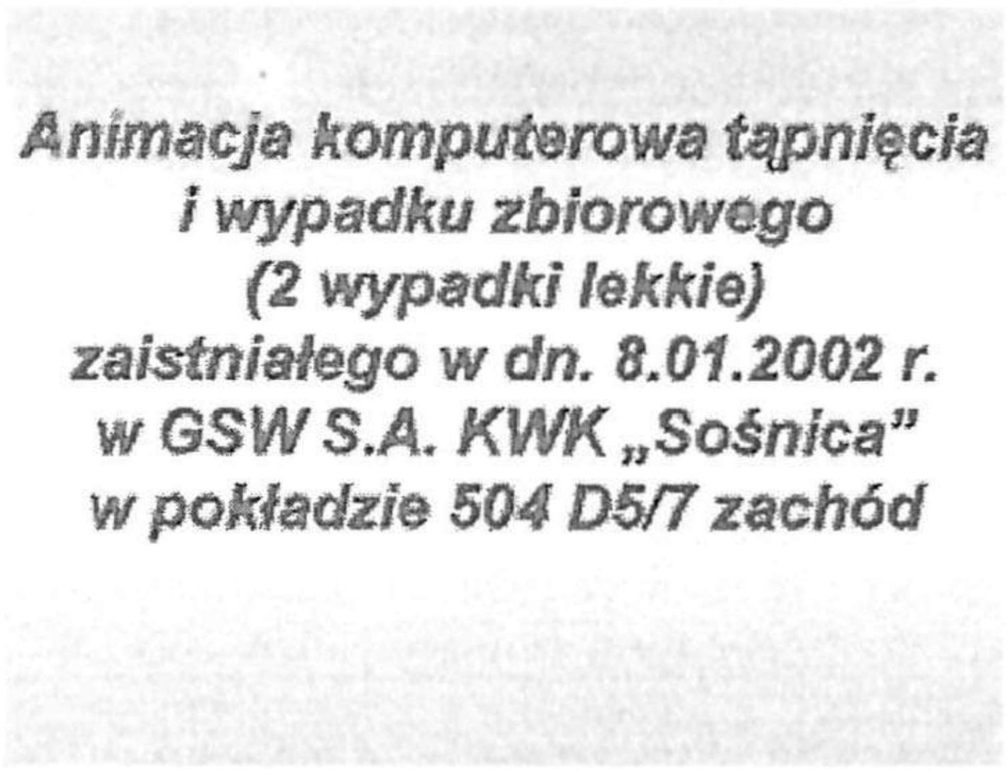
Według oceny wykładowców i służb bhp w werbalnym przekazie informacji, w którym zaktywizowany jest jedynie zmysł słuchu, słuchacze zapamiętali 25–30 % przekazanych informacji (treści). Natomiast przy zastosowaniu wizualizacji, odbiorcy przyswajają sobie 70–75 % informacji, treści.

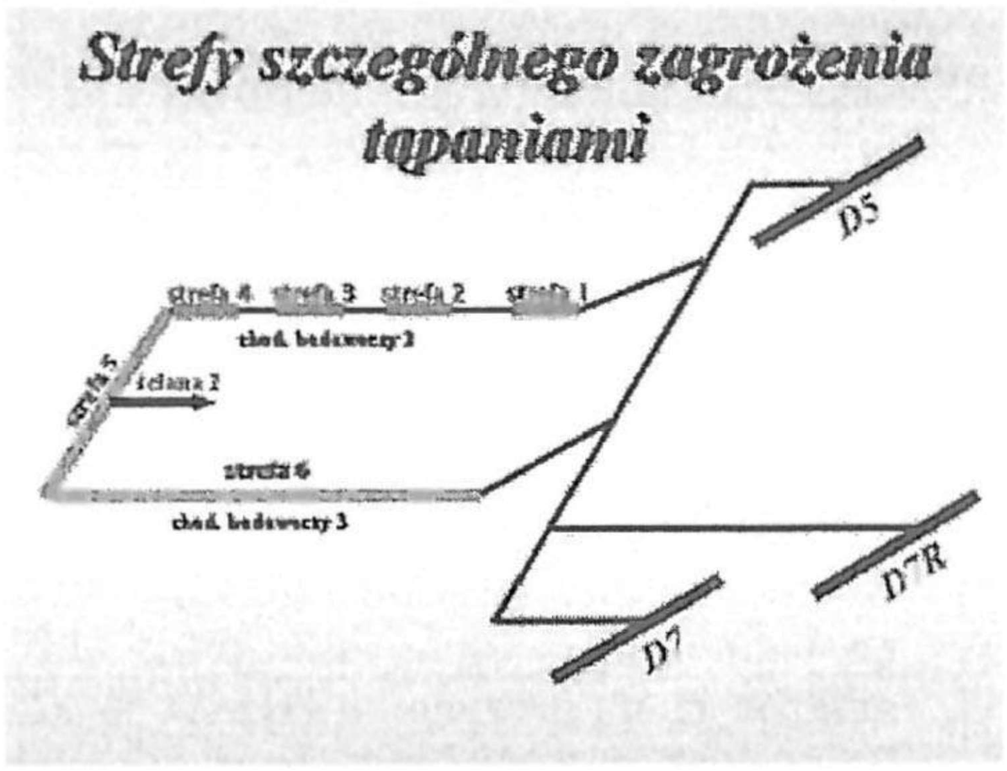
W celu zwiększenia zaktywizowania uczestników szkoleń i narad bhp wprowadzono projektor multimedialny wraz ze sprzętem nagłaśniającym (wzmacniacz, mikrofon, kolumny dźwiękowe) oraz ekran, współpracujący z komputerem lub odtwarzaczem kaset wideo.

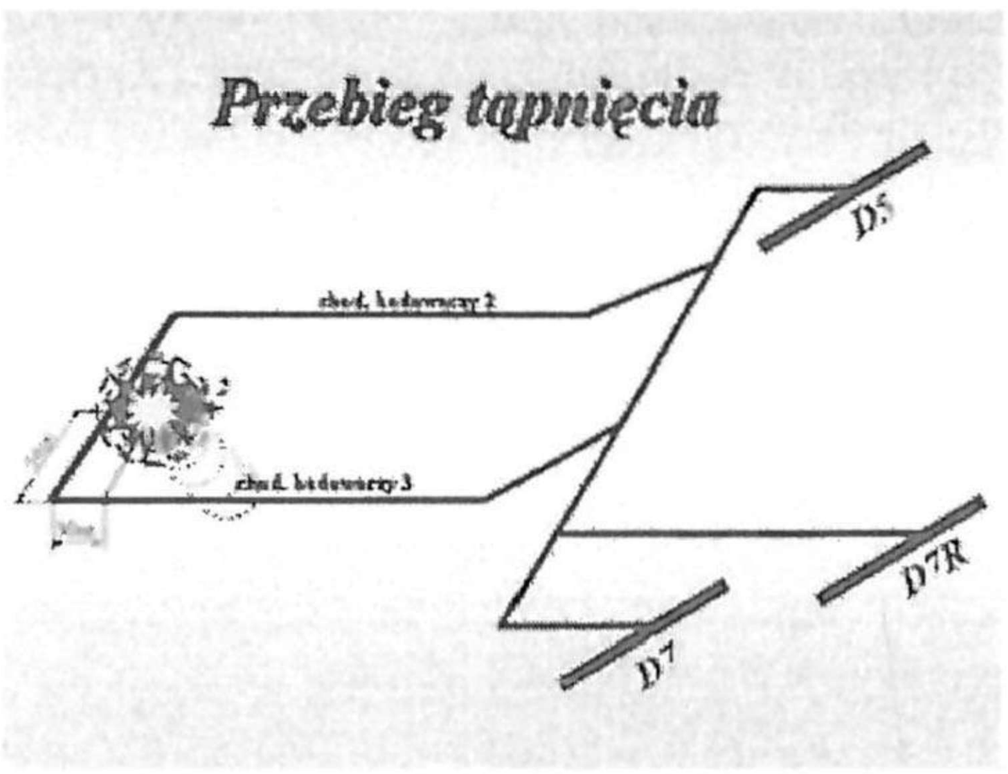
Dzięki zastosowaniu techniki komputerowej zastąpiono statyczny obraz na ekranie elementami ruchu. Prezentacji nadano kształt dynamiczny, w wyniku czego słuchacze przyswajają sobie powyżej 90 % przekazywanej informacji, co zostało potwierdzone przez osoby prowadzące szkolenia. Jest to inaczej ruchome obrazowanie omawianych treści, co

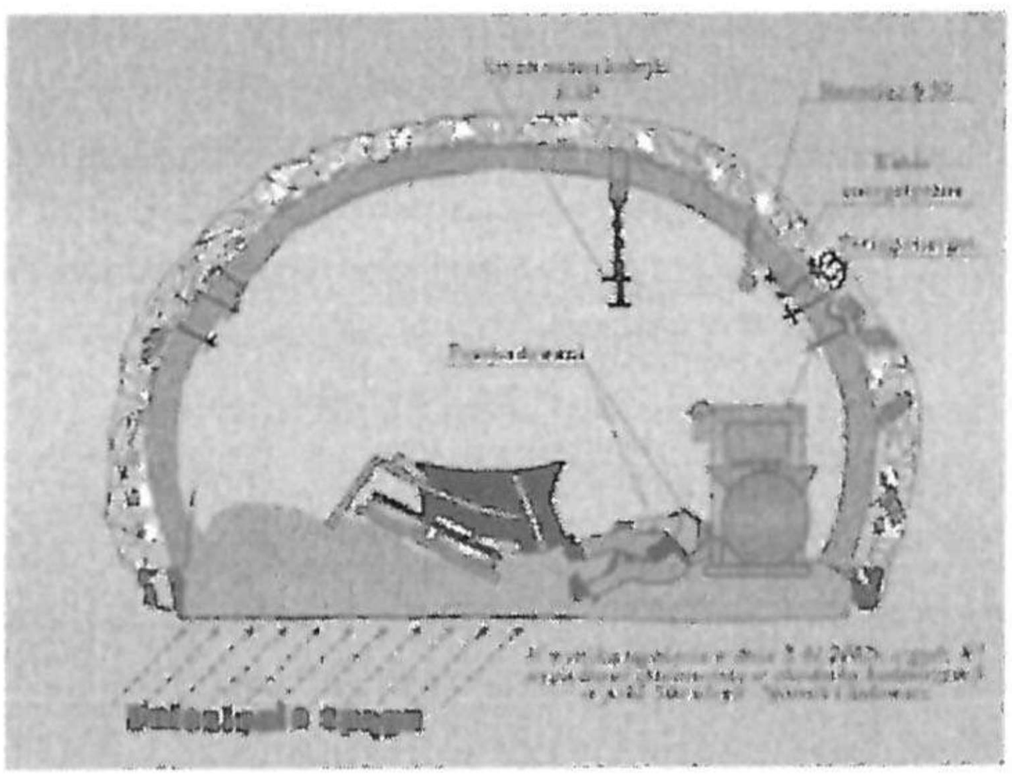
zostanie przedstawione w czasie wykładu. Cechę dodatkową stanowi krótki okres przygotowania i szybkość przesyłania informacji pomiędzy zakładami górniczymi spółki, poprzez internet i lokalne sieci komputerowe [7].

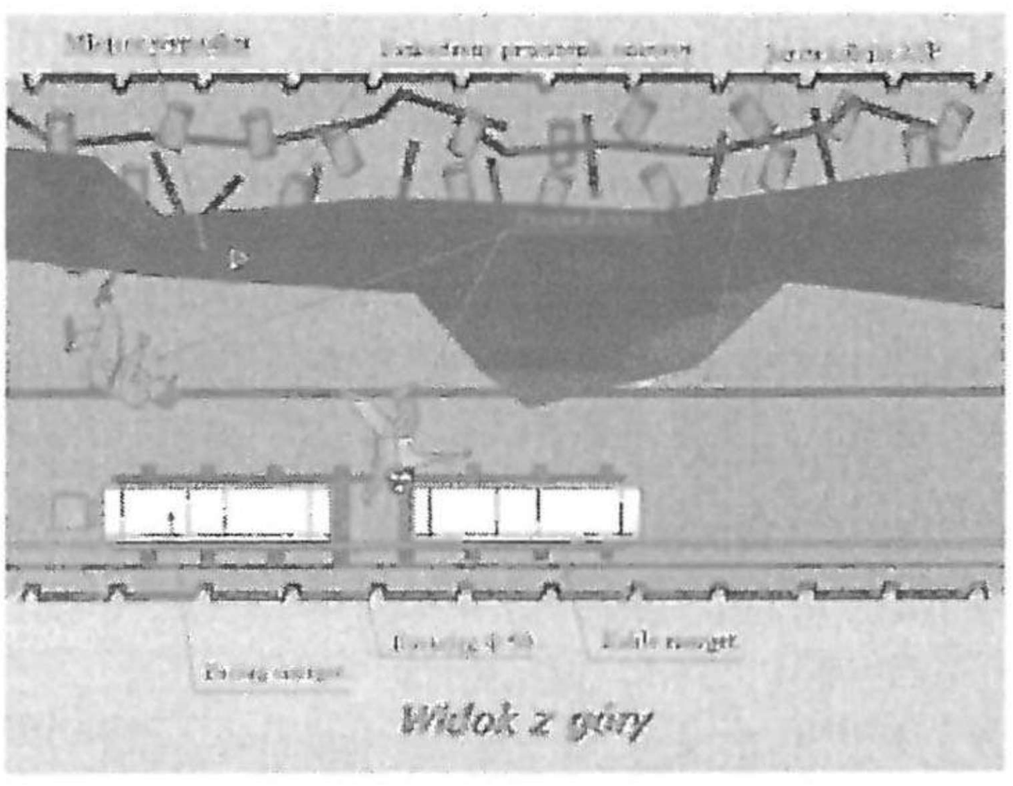
Fragmenty wybranych sekwencji animacji komputerowej wypadku zbiorowego przedstawiono na rysunku 5.1.

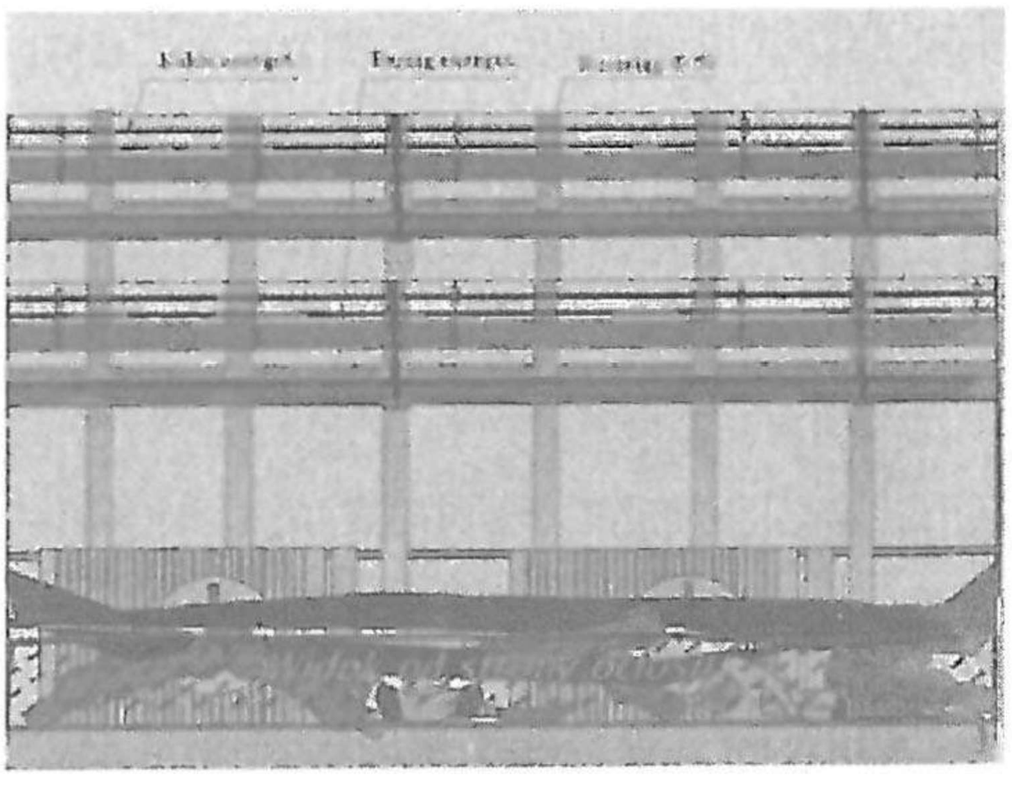












Rys. 5.1. Fragmenty animacji komputerowej wypadku zbiorowego
Fig. 5.1. Fragments of the computer animation of the collective event

Wnioski

1. Efektywne zarządzanie bezpieczeństwem pracy w kopalniach wymaga wspomagania informatycznego opisanego w referacie.
2. Przedstawione w referacie programy stanowią kapitalne narzędzie pracy i odpowiadają potrzebom służb bhp dla realizacji zadań i obowiązków wynikających z przepisów prawa pracy.
3. Wykorzystanie animacji komputerowej z użyciem sprzętu multimedialnego zwiększa efektywność prowadzonych szkoleń i pouczeń bhp stanowiąc znaczny postęp w tym zakresie.

Literatura

[1] Rozporządzenie Ministra Gospodarki z dnia 28.06.2002 w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w podziemnych zakładach górniczych – Dz. U. nr 139 poz. 1169 z 2002. § 672.1, § 678.

[2] Rozporządzenie Ministra zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 11.09.1996 w sprawie czynników rakotwórczych w środowisku pracy oraz nadzoru na stanem zdrowia pracowników zawodowo narażonych na te czynniki – Dz. U. Nr 121 poz. 571. § 2.2.

[3] Rozporządzenie Ministra zdrowia i Opieki Społecznej z dnia 09.07.1996 w sprawie badań i pomiarów czynników szkodliwych dla zdrowia w środowisku pracy – Dz.U. Nr 86 poz. 394. § 7.1-5

[4] Rozporządzenie Rady Ministrów z dnia 30.07.2002 w sprawie wykazu chorób zawodowych, szczegółowych zasad postępowania w sprawach zgłaszania podejrzenia, rozpoznawania i stwierdzania chorób zawodowych oraz podmiotów właściwych w tych sprawach – Dz. U. nr 132 poz. 1115 z 2002. § 6.2.

[5] Rozporządzenie Ministra Spraw Wewnętrznych i Administracji z dnia 14.06.2002 w sprawie zagrożeń naturalnych w zakładach górniczych – Dz. U. nr 94 poz. 841 z 2002. § 4.7.

[6] Raport z realizacji projektu celowego nr 99365 94 C/1829 (końcowy) pt. „Obniżenie ryzyka zachorowalności na pylicę u górników w kopalniach węgla kamiennego Gliwickiej Spółki Węglowej S.A.„ Gliwice, grudzień 1997 r.- nie publikowany.

[7] Dydacki H. i inni - opracowanie na Ogólnopolski Konkurs Poprawy Warunków Pracy „Sposób przekazywania informacji na szkoleniach i naradach bhp z wykorzystaniem techniki animacji komputerowej i sprzętu multimedialnego" Gliwice, maj 2002 r. - nie publikowane.

Computer systems assisting industrial safety services work at the mines of Gliwicka Coal Company S.A.

Abstract

Computer programmes supporting industrial safety services work at the mines of GSW S.A. are one of the elements of implementing the programme of safety work management. The programme presented in this paper makes it possible to create registers, lists and reports making easy everyday work, which also makes it possible to calculate the dose of accumulated dust absorbed by the worker in the course of professional work, the programme permitting registration of exposures of workers to all harmful factors to health occurring at a mine and supporting workers trainings with the use of computer animation techniques and multimedia equipment.

Recenzent: dr inż. Andrzej Hebda

Mat. Konf. Szkoły Eksploatacji
Podziemnej 2003, str. 19–27

Andrzej BĄK, Tadeusz KACZAREWSKI
Kopalnia Węgla Brunatnego „Turów„ S.A.,
59 – 916 Bogatynia 3

Optymalizacja pracy służby mierniczej Kopalni Węgla Brunatnego „Turów" wynikiem wykorzystania technik informatycznych

Słowa kluczowe

mapa cyfrowa - baza danych - pomiary geodezyjne - satelitarna technika GPS - wdrożenie

Streszczenie

Mapa cyfrowa jako nośnik informacji w procesie prowadzenia prawidłowej eksploatacji złoża oraz planowania produkcji, nowoczesny system pomiarów wpływów robót górniczych na powierzchnię terenu z wykorzystaniem satelitarnej techniki GPS, stanowi efekt informatycznego cyklu prac służby mierniczej kopalni – wykorzystania sprzętu informatycznego w procesie tworzenia banku informacji o terenie, prac obliczeniowych, graficznej prezentacji wyników pomiarów. W ramach intensywnie prowadzonych od kilku lat prac wdrożeniowych dział mierniczy przynosi konkretne i wymierne efekty techniczne, technologiczne i ekonomiczne.

1. Wstęp

Postęp w zakresie technik informatycznych związanych z opracowywaniem wyników pomiarów, stwarza warunki do coraz powszechniejszego eliminowania tradycyjnych map, wykorzystywanych w różnych dziedzinach gospodarki. Mapa cyfrowa staje się podstawowym narzędziem w pracy różnych służb inżynierskich w kopalniach.

Rozpoczęty w 1998 roku przez Przedsiębiorstwo Robót Geologiczno-Wiertniczych spółka z o.o. program wdrożenia mapy cyfrowej w Kopalni Węgla Brunatnego „Turów" poprzedzony został odpowiednim przygotowaniem Działu Mierniczego kopalni do tego zadania. Wyposażono go w nowoczesny sprzęt do geodezyjnych pomiarów klasycznych (m.in. tachymetry z elektronicznymi rejestratorami polowymi) i satelitarnych GPS, a także programy komputerowe do opracowania wyników pomiarów. Na bieżąco prowadzone są odpowiednie szkolenia pracowników różnych działów kopalni.

2. Charakterystyka obszaru górniczego

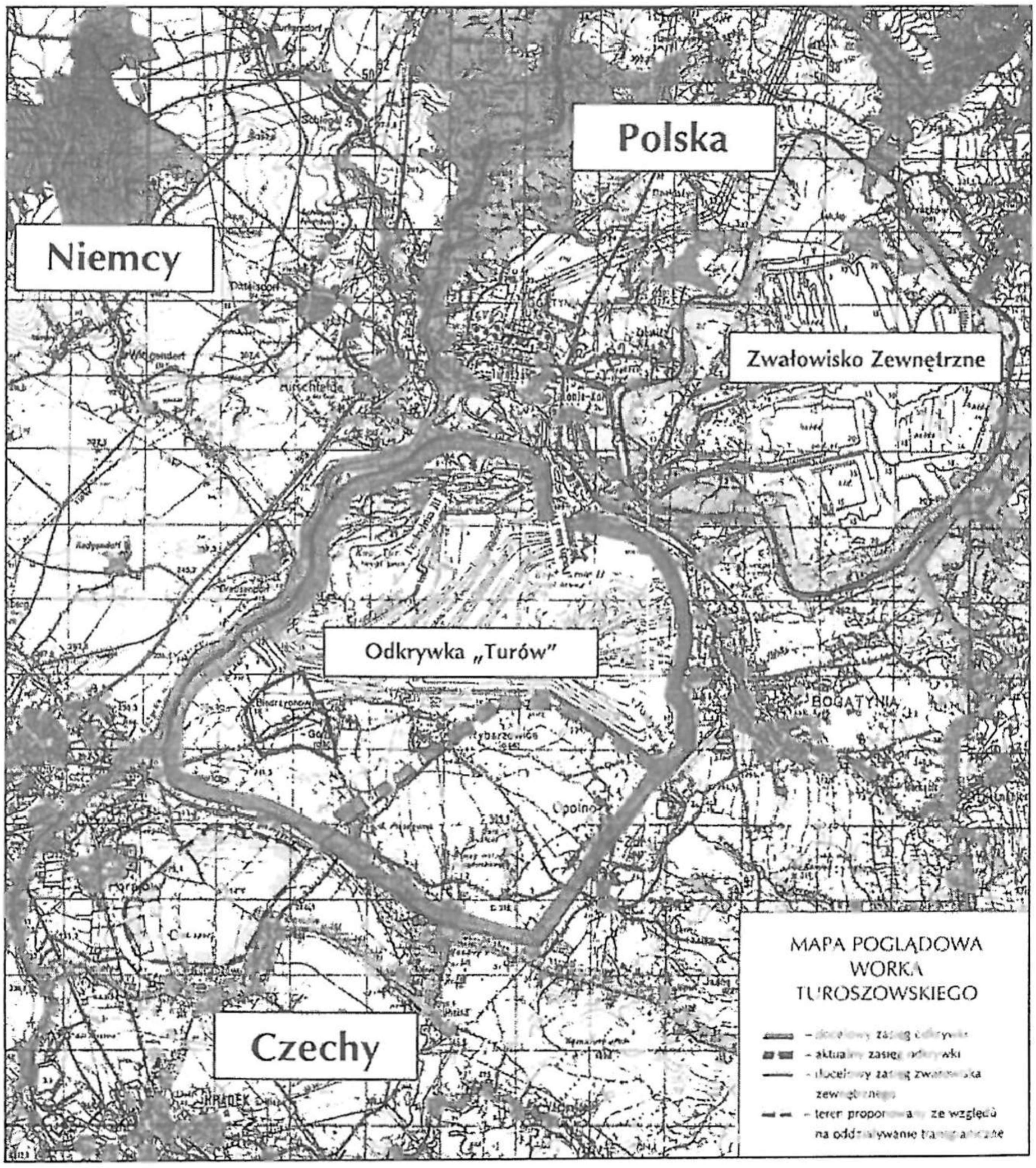
Złoże turoszowskie położone jest w obrębie obniżenia żytawskiego, leżącego między Masywem Łużyckim a zachodnią częścią gór Izerskich w obrębie Przedgórza Izerskiego. Omawiany rejon znajduje się w zachodniej części województwa Dolnośląskiego, w obrębie central-

nej części tzw. worka turoszowskiego leżącego między granicami państwowymi RFN i Czech. Teren ten podlega Okręgowemu Urzędowi Górniczemu we Wrocławiu – biuro Wałbrzych.

Pod względem morfologicznym teren występowania złoża jest obszarem obniżonym w stosunku do obszarów sąsiednich. Rzędna terenu najniżej położonego obszaru wynosi +219 m n.p.m. Na północ od złoża teren wznosi się do wysokości +360 m n.p.m.

Obszar Górniczy TUROSZÓW- BOGATYNIA został utworzony decyzją koncesyjną nr 65/94 z dnia 27.04.1994 r. udzieloną przez Ministra Ochrony Środowiska Zasobów Naturalnych i Leśnictwa -częściowo zmieniony w 1996 r.

- Powierzchnia OG wynosi 66075608 m^2
- Powierzchnia TG wynosi 73942133 m^2



Rys 2.1. Mapa poglądowa Worka Turoszowskiego
Fig 2.1. General Map of Worek Turoszowski area

3. Zadania i obowiązki działu mierniczego

Dział mierniczy w schemacie organizacyjnym kopalni znajduje się w pionie DT (dyrektora ds. Technicznych) i podlega bezpośrednio Naczelnemu Inżynierowi Górniczemu (TG). Kopalnia wg stanu na listopad 2002 r. zatrudnia w dziale mierniczym 25 pracowników.

Zadania stawiane służbie mierniczej określone są w Rozporządzeniu Ministra Gospodarki z dnia 17 czerwca 2002 r. w sprawie bezpieczeństwa i higieny pracy, prowadzenia ruchu oraz specjalistycznego zabezpieczenia przeciwpożarowego w odkrywkowych zakładach górniczych wydobywających kopaliny podstawowe.

Do podstawowych zadań działu mierniczego zaliczyć możemy:

- mierniczą obsługą ruchu zakładu górniczego,
- realizację i kontrolę mierniczą robót górniczych podziemnych i odkrywkowych,
- prowadzenie dokumentacji mierniczej, pomiarowej, obliczeniowej i mapowej,
- mierniczą obsługę robót przygotowawczych i pomocniczych w procesie górniczej eksploatacji złoża,
- wykonywanie pomiarów określających wpływ robót górniczych na powierzchnię terenu górniczego.

4. Sporządzanie dokumentacji kartograficznej w warunkach KWB „Turów"

Dokumentacja kartograficzna kopalni obejmuje swoim zasięgiem rejon zwałowiska zewnętrznego, odkrywkę „Turów" oraz jej przedpole. Powierzchnia całkowitego pokrycia mapowego wynosi 11200 ha. Archiwalne zasoby dokumentacji geodezyjno-kartograficznej działu mierniczego wg zestawienia z 1998 roku przedstawiono w tablicy 4.1.

Tablica 4.1. Zasoby dokumentacji geodezyjno-kartograficznej
Table 4.1. Reserves of documentation of geodesic and cartographic

Rodzaj dok. geodezyjnej	Wyszczególnienie	Stan ilościowy [A0]
Mapy podstawowe	- wyrobisk górniczych w nadkładzie i złożu, - sytuacyjno-wysokościowe, - podziemnych wyrobisk górniczych, - przekroje geologiczne, - wyrobisk górniczych zwałowiska zewnętrznego	724
Mapy przeglądowe	- wyrobisk górniczych w nadkładzie i złożu, - podziemnych wyrobisk górniczych, - przekroje geologiczne,	384
Mapy specjalne	- obszaru górniczego, - terenów przemysłowych zakładu górniczego, - karta tytułowa	35
Zasoby Kopalni Węgla Brunatnego „Kaławsk"	- mapy podstawowe złoża, - mapy przeglądowe w złożu, - podstawowe przekroje geologiczne,	164
Zasoby poniemieckie	- mapy wyrobisk górniczych w nadkładzie i złożu, - mapy profili wyrobisk górniczych, - plan sytuacyjny otworów wiertniczych,	30
RAZEM		1337

Taka mnogość dokumentów kartograficznych powodowała określone trudności, szczególnie w zakresie:

- wyposażenia i zabezpieczenia składnicy dokumentów:
  - pomieszczenia przeznaczone na składnicę powinno odpowiadać powierzchniowo wielkości zasobu oraz zostało zabezpieczenie przed wejściem osób nieupoważnionych,
  - pomieszczenie powinno zapewniać warunki do należytej konserwacji zasobu oraz musi być zabezpieczone przed pożarem, wodą, warunkami atmosferycznymi i szkodliwymi,
  - składnica powinna być zaopatrzona w dostosowaną do lokalnych warunków instrukcję przeciwpożarową oraz sprzęt ppoż;
- ewidencji dokumentów w składnicy:
  - dział mierniczy zobowiązany jest do prowadzenia ewidencji posiadanych dokumentów zawierającej wykaz ilościowego stanu dokumentów przychodzących i wychodzących ze składnicy;
- postępowania przy powielaniu i wykorzystywaniu dokumentów:
  - udostępnianie treści mapy odbywało się poprzez wykonanie jej kserokopii;
- wyłączania zbędnych dokumentów:
  - dokumenty, które utraciły wartość użytkową i nie nadające się do dalszego użytku oraz dokumenty, które zastąpiono nowymi, podlegają wyłączeniu z zasobu;
- kontroli składnicy:
  - okresowa kontrola prowadzącego składnicę geodezyjną,
  - ocena zabezpieczenia tajemnicy służbowej,
  - ocena sposobu zabezpieczenia dokumentów itp.

Dodatkowym problemem były materiały kartograficzne, na których wykonane były mapy:

- nieodporne na działanie czynników zewnętrznych,
- znaczna ich waga, niewygodne w użyciu – szczególnie w przypadku tzw. „twardych podkładów mapowych".

Zgodnie z przepisami w sprawie dokumentacji mierniczo-geologicznej z 1994 roku:

- wykonując pomiary geodezyjne na potrzeby aktualizacji mapy kopalni należało zapisywać wyniki obserwacji w znormalizowanych dziennikach, formularzach, które stanowiły integralną część dokumentacji mierniczej,
- dopuszczało się sporządzanie i przechowywanie dokumentacji na nośnikach informatycznych, odpowiednio zabezpieczonych przed zniszczeniem. Zasada ta nie dotyczyła jednak map podstawowych.

Aktualizacja tak ogromnego materiału w sposób tradycyjny, niezależnie dla poszczególnych rodzajów dokumentacji mapowej, skal w jakich jest sporządzona, jego archiwizowanie stanowiło bardzo poważny problem organizacyjny i ekonomiczny.

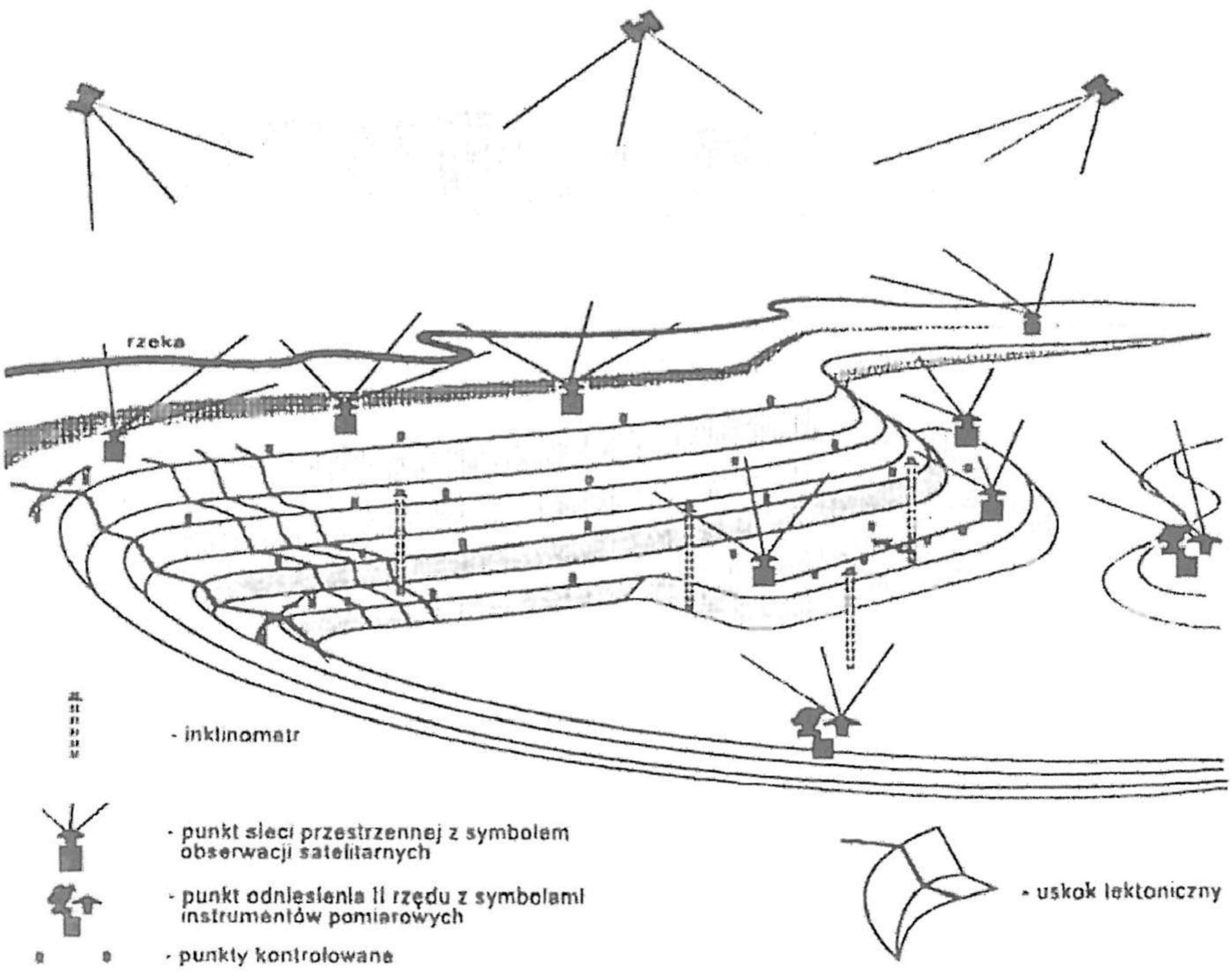
5. Charakterystyka pomiarów deformacji górotworu KWB „Turów" S. A.

Pierwsze powojenne pomiary geodezyjne mające znaczenie dla obserwacji górotworu rozpoczęto w 1951 roku. W tym okresie założono i pomierzono ciągi niwelacji precyzyjne II klasy, obejmujące cały Worek Żytawski, przechodzące przez obszar kopalni. Wiarygodność uzyskanych rezultatów pionowych przemieszczeń reperów ocenić należy jako średnią. Ciągi niwelacyjne oraz stabilizację reperów podporządkowano celom gospodarczym głównie dla sporządzenia map sytuacyjno-wysokościowych.

Dla oceny bezpieczeństwa różnych obiektów kopalni duże znaczenie mają pomiary przemieszczeń poziomych. Pierwsze prace w tym zakresie wykonano w latach 1964 – 1966 w oparciu o sieć mikrotriangulacyjną założoną wzdłuż filara ochronnego rzeki Nysa Łużycka. Sieć ta posiadała mankament wynikający z faktu, że wszystkie jej punkty znajdowały się w strefie potencjalnych wpływów - brakowało powiązania sieci z rejonami bardziej stabilnymi np. po przeciwnej stronie odkrywki [Kontny, Bosy 1999].

Warunki do rejestracji wpływów robót górniczych na powierzchnię (deformacji pionowych i poziomych) uzyskano dzięki założeniu w 1983 roku i okresowym pomiarom klasycznym w 1987, 1989, 1992 roku lokalnej sieci pomiarowej wg oryginalnego rozwiązania [Cacoń i in. 1985]. Punkty tej sieci zlokalizowane zostały na terenie kopalni i poza zasięgiem jej oddziaływania na wychodniach skał krystalicznych (bazalt, granit). Sieć ta jest siecią dynamiczną, na bieżąco modernizowaną.

Kolejnych efektów na drodze do automatyzacji niektórych czynności służby mierniczej można oczekiwać po wprowadzeniu satelitarnej techniki RTK – DGPS do pozycjonowania punktów w czasie rzeczywistym lub prawie rzeczywistym [Kontny i in. 1993]. Do realizacji tego układu odniesienia planuje się wykorzystanie stacji referencyjnej GPS, zainstalowanej w dziale mierniczym i administrowanej przez jego pracowników. Stacja ta oparta została na sprzęcie firmy Ashtech. Po pełnym uruchomieniu stacja referencyjna będzie stacją bazową dla odbiorników mobilnych pracujących w systemie czasu rzeczywistego.



Rys. 5.1. Schemat pomiaru z wykorzystaniem techniki GPS
Fig. 5.1. A scheme of survey applying GPS technology

6. Mapa cyfrowa w warunkach KWB „Turów"

6.1. Wdrożenie mapy cyfrowej

W roku 1998 w kopalni podjęto szereg prac związanych z programem wdrożenia mapy cyfrowej obejmującej swym zasięgiem odkrywkę „Turów", zwałowisko zewnętrzne oraz rejon przedpola. Wdrożenie zostało wykonane przez Przedsiębiorstwo Robót Geologiczno-Wiertniczych Sp. z o. o. z Sosnowca [Cacoń i in. 1999].

Mapy cyfrowe opracowane zostały w środowisku graficznym MicroStation firmy BENTLEY przy wykorzystaniu programów SoftMine firmy Przedsiębiorstwo Robót Geologiczno-Wiertniczych sp. z o.o. (PRGW). Powstały na bazie dostępnych materiałów źródłowych (istniejące współrzędne punktów X, Y w lokalnym poziomym układzie kopalni Grossenheim oraz wysokości H w państwowym układzie Kronsztad 1986 jako współrzędna Z), wybrane informacje zamieszczone w Geologiczno-Górniczej Bazie Danych (BDG) oraz map tradycyjnych, sporządzanych i aktualizowanych przez służbę mierniczą kopalni.

Dla sprawnego poruszania się po zgromadzonych informacjach pliki graficzne MicroStation podzielono na następujące grupy tematyczne:

- mapy sytuacyjno-wysokościowe,
- mapy wyrobisk górniczych,
- mapa wyrobisk podziemnych,
- mapa podłoża zwałowiska wewnętrznego,
- mapa zwałowiska zewnętrznego.

Do każdej grupy zostały przyporządkowane określone rodzaje informacji.

Wprowadzenie mapy cyfrowej pozwoliło na przedstawienie treści poszczególnych rodzajów dokumentów kartograficznych na wspólnych mapach z zachowaniem wymaganej dokładności i czytelności tych map. Jej wielowarstwowość daje nieograniczone możliwości tworzenia map tematycznych. Można to uzyskać poprzez wyłączenie z treści mapy elementów nieistotnych lub zmianę priorytetów. Stworzenie w ten sposób "kolorowej matrycy", zaoszczędza bardzo wiele czasu a uzyskany efekt jest nieporównywalny z tradycyjną, ręcznie pomalowaną odbitką. W ten sposób powstają nakładki tematyczne tworzone przez służbę mierniczą, geotechniczną, technologiczną, geologiczną.

6.2. Zasady sporządzania i bieżącej aktualizacji mapy cyfrowej

Możliwości jakie stwarza prowadzenie mapy przy użyciu oprogramowania SoftMine w środowisku graficznym MicroStation były wykorzystywane stopniowo. Związane to było z kompleksowymi szkoleniami pracowników, którzy bezpośrednio uczestniczyli w procesie tworzenia mapy.

Obecnie mapa cyfrowa przygotowywana jest samodzielnie przez pracowników działu mierniczego kopalni.

Opracowuje się ją w trzech etapach:

- gromadzeniu informacji o terenie- pomiar terenowy z rejestracją danych,
- numeryczne opracowanie wyników,
- graficzne opracowanie mapy.

Aktualnie do pomiarów terenowych, wykonywanych dla potrzeb sporządzania map cyfrowych powszechnie wykorzystuje się tachimetry elektroniczne sprzężone z rejestratorami polowymi (tachimetry firmy Wild: TC-500, TC-600, TC-307, niwelatory precyzyjne – kodowe

NA-3000, NA-3003, ruletki elektroniczne DISTO do pomiarów odległości itp.). Automatyczne zapisywanie danych pomiarowych do rejestratora a następnie przesłanie ich do komputera skróciło czas pomiaru i ograniczyło liczbę błędów. Stosując dodatkowo w trakcie pomiaru kodowanie pomierzonych obiektów w znacznym stopniu skrócono sam proces graficznego opracowywania mapy. Numeryczne opracowanie wyników pomiarów ma na celu obliczenie współrzędnych pomierzonych pikiet i wprowadzenie do systemu danych dotyczących obiektów przestrzennych dotyczących:

- geometrii – opisanej przez współrzędne X, Y, Z pikiet, które wyznaczają lokalizację obiektu oraz jego kształt,
- grafiki – określającej wygląd obiektu na mapie poprzez wprowadzenie np. rodzaju symbolu, koloru , stylu linii, opisów, itp.,
- atrybutów opisowych dotyczących charakterystyk obiektów przestrzennych, np. rodzaj przyłącza, średnica przewodu, itp.

Bardzo istotnym zagadnieniem w procesie użytkowania mapy jest jej aktualizacja, dystrybucja, zabezpieczenie zbiorów informacji przed zniszczeniem, dostępem osób nieupoważnionych, a także przed uszkodzeniem bądź fałszowaniem danych. W warunkach KWB „ Turów" zadania te realizuje Dział Mierniczy.

Każdy etap aktualizacji mapy kończy się opracowaniem modelu powierzchni. Po stwierdzeniu poprawności wykonania poszczególnych czynności mierniczy górniczy stawia pieczęć elektroniczną i wykonywane są kopie bezpieczeństwa tzw. backup-kopie etapów przejściowych.

Następnie udostępnia się poprzez sieć zaktualizowaną mapę w postaci zapisu cyfrowego, pozostałym użytkownikom systemu. Dane stanowiące operaty pomiarowe oraz mapy, archiwizowane są na płytach CD zabezpieczonych przed zniszczeniem. Są to pliki przeznaczone do odczytu lub kopiowania. Dodatkowo kompletna dokumentacja przekazywana jest do katalogu na serwerze. Z zasobów tego katalogu mogą korzystać osoby posiadające odpowiednie uprawnienia. Pełne prawa dostępu (zapisywanie, kasowanie danych, zmiany wewnątrz pliku, itp.) do mapy cyfrowej wyrobisk górniczych oraz modelu powierzchni posiada kierownik działu mierniczego lub osoba przez niego upoważniona. Ograniczone prawa do korzystania z danych zawartych w treści mapy znajdujących się na serwerze mają pracownicy działu mierniczego aktualizujący mapę oraz osoby upoważnione w innych działach.

Wraz z zaawansowaniem pracowników w obsłudze oprogramowania powiększały się też możliwości wykorzystywania mapy cyfrowej. Ponieważ mapa kopalni prowadzona jest trójwymiarowo (w 3D), zastosowanie programu I/Mine Modeller stworzyło możliwość wykonania modelu przestrzennego powierzchni. Tworzenie modeli dla odkrywki umożliwia automatyczne policzenie wyeksploatowanych mas w zadanym czasookresie. Analiza wykonanych modeli pozwala na wyeliminowanie błędów już na etapie opracowywania mapy. Trójwymiarowość mapy wykorzystuje się też przy tworzeniu przekrojów geologicznych wybranych rejonów, ma ona również szerokie zastosowanie przy pracach projektowych dla służb technologicznych.

Dział geologiczny poprzez przecięcie modelu uskoku z modelem powierzchni ma możliwość wskazania śladu uskoku na powierzchni terenu. Współpraca z bazą danych geologicznych pozwala na automatyczne uaktualniane danych na mapie cyfrowej, takich jak pozycja nowych otworów geologicznych, punktów opróbowania, wyników kartowań geologicznych, obserwacji hydrogeologicznych i geotechnicznych.

Podstawowa mapa numeryczna w KWB „Turów" prowadzona jest w skali 1:2000, jednakże kolejna aplikacje SoftMine umożliwiają przeskalowanie jej w sposób automatyczny. W ten

sposób uzyskujemy mapy w skali 1:5000, a na życzenie we wszelkich potrzebnych użytkownikowi skalach.

Oprogramowanie dające możliwość numerycznego zapisu mapy pozwala również na odpowiednie zabezpieczenie dokumentacji. Można to uczynić ze starą zniszczoną już dokumentacją poprzez zeskanowanie jej i zachowanie na płytach. Również aktualnie powstająca dokumentacja jest archiwizowana i przechowywana na nośnikach cyfrowych, co zapewnia praktycznie jej niezniszczalność.

6.3. Wykorzystanie mapy cyfrowej w działach kopalni

Eksploatacja mapy cyfrowej w dużym stopniu zwiększyła dostępność mapy dla jej użytkowników. Drogą sieciową przesyłana jest w cyklach miesięcznych mapa uaktualniona o postęp robót na odkrywkach oraz wszelkie inne zmiany jakie zaszły na terenie zakładu górniczego w danym okresie [Bąk A i in. 2000]. Umożliwia to działowi technologicznemu projektowanie dalszego postępu robót, działowi geologicznemu określanie zagrożeń [Fułat i in. 2001] czy parametrów złoża oraz dostęp wszystkim innym służbom, które wykorzystują mapę przy pracy. Odpowiednie priorytety dostępu oraz stosowane zabezpieczenia nie pozwalają niepowołanym użytkownikom zmieniać oryginału mapy, mogą to uczynić jedynie na wykonanych przez siebie kopiach.

Tak jak drogą sieciową dział mierniczy w postaci mapy cyfrowej przekazuje wyniki swojej pracy, tak też inni użytkownicy na bazie tej mapy drogą sieciową przekazują informacje niezbędne do prawidłowego funkcjonowanie zakładu górniczego. Dotyczy to między innymi zasięgów postępu robót górniczych, określania miejsc zagrożeń w postaci występowania wód podziemnych czy uskoków, czy też projektów planowanych inwestycji i wiele innych.

Wszystkie te dane służą służbie mierniczej za podstawę do wytyczenia określonych miejsc w terenie. Wraz ze zwiększającą się komputeryzacja kopalni, a co za tym idzie coraz większym dostępem użytkowników do mapy cyfrowej, wydatnie skraca się obieg dokumentacji i eliminowane są niedokładności jak np. pobieranie współrzędnych do wytyczenia z wielokrotnie powielanych odbitek. Ze względu na rozległość zakładu górniczego, fakt że wszystkie służby, których praca w jakimś stopniu opiera się na korzystaniu z mapy, ma istotne znaczenie.

7. Podsumowanie

Wdrożone w Dziale Mierniczym kopalni nowoczesne rozwiązania pomiarowo-obliczeniowe cechują się znacznie mniejszymi kosztami wykonania pomiaru przy jednoczesnym podniesieniu aktualności uzyskiwanych wyników pomiarów. Wypracowana technologia stworzyła podstawy automatyzacji zadań stawianych przed służbą mierniczą kopalni. Optymalizacja w rozumieniu Działu Mierniczego to nie tylko skrócenie czasu pozyskania informacji o terenie lub aktualizacji dokumentacji geodezyjno-kartograficznej, ale przede wszystkim możliwość realizowania zadań stawianych przed tą służbą niezależnie od rejonu kopalni, warunków geologicznych, hydrogeologicznych, geotechnicznych, meteorologicznych lub pory dnia czy nocy. Optymalizacja to również możliwość powierzenia wszelkich prac pomiarowych i obliczeniowych wyszkolonym pracownikom, zespołom pracowników tego działu.

Literatura

[1] Cacoń S. i in. 1985: Próba wdrożenia geodezyjnej sieci przestrzennej w KWB Turów. Materiały Katedry Geodezji i Fotogrametrii Akademii Rolniczej, Wrocław 1985.

[2] Kontny B. i in. 1993: Projekt kompleksowego systemu obserwacji deformacji górotworu KWB Turów z wykorzystaniem pomiarów satelitarnych GPS. Materiały Katedry Geodezji i Fotogrametrii Akademii Rolniczej, Wrocław 1993.

[3] Fułat E i in. 2001: System informatyczny wspomagający monitoring osiadań terenu pod wpływem odwodnienia wgłębnego w KWB Turów. Konferencja naukowo techniczna-VI dni miernictwa górniczego i ochrony terenów górniczych, Ustroń 2001, 71-78.

[4] ontny B., Bosy J. 1999: Rola satelitarnego systemu GPS w definicji i konserwacji geodezyjnego systemu odniesień przestrzennych dla KWB Turów. Konferencja naukowo-tecjniczna: Optymalizacja wydobycia kopalin przy wykorzystaniu technik informatycznych, Bogatynia 1999.

[5] Cacoń S. i in. 1999: Mapa cyfrowa jako nośnik informacji w procesie wydobywania kopalin. Konferencja naukowo-techniczna: Optymalizacja wydobycia kopalin przy wykorzystaniu technik informatycznych, Bogatynia 1999.

[6] Bąk A., Fułat E., Wachelka L.2000: Wykorzystanie mapy numerycznej w pionie górniczym kopalni odkrywkowej na przykładzie Kopalni Węgla Brunatnego Turów. XI Międzynarodowy Kongres Towarzystwa Miernictwa Górniczego (ISM) 4 – 8 wrzesień 2000 r. Kraków.

Optimisation of strip-mine „Turow" Measuring Service's operations as the result of applying IT techniques

Abstract

Digital Map as an information carrier in process of standard deposit exploiting and production planning, as a modern measuring system of mining exploiting influence to surface employing GPS satellite technology is the result of Mine Measuring Service's work – applying IT equipment in creating bank of area information, in calculating, and in graphic presentation of results. Within intensely conducted, for several years, introductory works the Measuring Service Department brings visible and calculable technical, technological and economical results.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Wiesław Kozioł

Mat. Konf. Szkoły Eksploatacji
Podziemnej 2003, str. 29–35

Romuald CHRYST, Roman KUŚ
Przedsiębiorstwo Robót Geologiczno-Wiertniczych Sp. z o.o., Sosnowiec, tel. (0-32) 266 89 00

Projektowanie i harmonogramowanie eksploatacji z wykorzystaniem technik informatycznych

Słowa kluczowe

górnictwo – projektowanie i harmonogramowanie eksploatacji – modelowanie cyfrowe

Streszczenie

W proponowanych przez PRGW Zintegrowanych Systemach Informatycznych sieć łączy z bazą danych wszystkie działy pionu górniczego. Istotnym elementem jest wspólne środowisko graficzne MicroStation firmy Bentley. W środowisku tym pracuje oprogramowanie SoftMine firmy PRGW oraz CadsMine firmy GMSI do projektowania i harmonogramowania eksploatacji. Cyfrowa forma projektu umożliwia weryfikację informacji oraz integrację rozwiązań technicznych z systemami księgowo-ekonomicznymi.

1. Wstęp

Dostęp do informacji jest podstawowym elementem podejmowania trafnych decyzji. Dotyczy to każdej formy działalności, w tym szczególnie działalności gospodarczej.

Gwałtowny rozwój techniki komputerowej i idący za nią rozwój oprogramowania stworzył możliwość dostępu do informacji i ich weryfikacji na poziomie, który pozwala na całkowicie nowe metody zarządzania produkcją, również w sektorze wydobywczym.

Nowe metody zarządzania związane są z:

- możliwościami gromadzenia informacji w obrębie relacyjnych baz danych,
- weryfikacją informacji przez wykorzystanie wyspecjalizowanych narzędzi informatycznych,
- integracją pracy wszystkich działów technicznych i ekonomicznych przedsiębiorstwa,
- możliwościami uzyskania szybkiego, wielowariantowego analizowania dowolnego problemu technicznego,
- natychmiastowym dostępem do wszystkich informacji istotnych z punktu widzenia zarządzania zakładem górniczym,
- możliwością wariantowego projektowania w okresach krótko-, średnio- i długoterminowych, z późniejszą automatyczną możliwością weryfikacji przyjętych rozwiązań,
- tworzenia raportów według zindywidualizowanych potrzeb zarządu.

2. Ogólna charakterystyka rozwiązania

Do narzędzi wspomagających projektowanie procesów eksploatacji w proponowanym systemie zaliczyć należy CadsMine firmy GMSI, Modeller i Reserver z pakietu I/Mine 2000 oraz SoftMine firmy PRGW. Oprogramowanie działa w systemie operacyjnym Windows na platformie graficznej MicroStation firmy Bentley. System korzysta z danych w postaci plików graficznych *.dgn (MicroStation), modeli ciągłych *.sn (Modeller) oraz tablic w relacyjnej bazie danych. Ostateczną formą wyników są raporty w postaci tabel, wykresów i harmonogramów oraz cyfrowe mapy dla poszczególnych projektowanych stanów eksploatacji. Proces projektowania przebiega etapowo w ściśle określonej kolejności. System jest w pełni spójny i zintegrowany, a etapowość pozwala projektującemu utrzymać kontrolę nad poprawnością uzyskiwanych wyników.

3. Przebieg prac związanych z tworzeniem projektu eksploatacji

3.1. Modelowanie

W pierwszym etapie budowany jest model złoża [Zwierzyński i in. 1999]. Składa się on z cyfrowych modeli powierzchni strukturalnych pokładów lub serii kruszconośnych, powierzchni uskoków, powierzchni litostratygraficznych oraz powierzchni terenu. Modele wykonywane są w oparciu o informacje zgromadzone w bazie danych oraz dane pozyskiwane z analogowych materiałów archiwalnych..

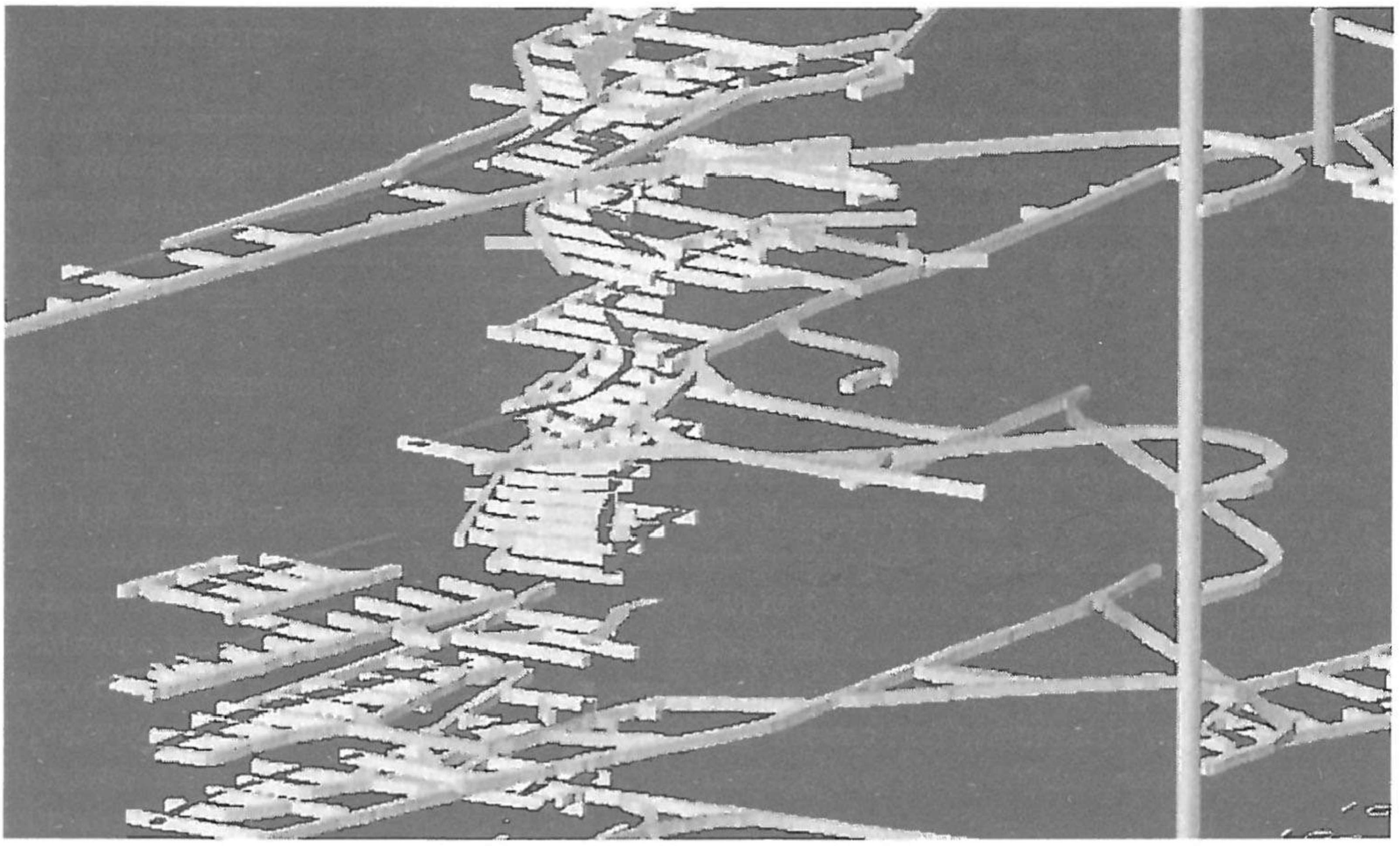
Następnie generowane są modele miąższości pokładów. Można je uzyskać w dwojaki sposób:

- poprzez obliczenia bezpośrednio w bazie danych,
- poprzez różnicowanie modeli powierzchni strukturalnych pokładów.

W kolejnym etapie modelowane są parametry jakościowe kopaliny w pokładach. Uzyskiwane są one poprzez wyznaczanie średnich ważonych parametrów jakościowych na poziomie bazy danych. Uzyskane wyniki program przenosi do środowiska graficznego MicroStation. Na podstawie obliczonych i przeniesionych do środowiska graficznego średnich ważonych parametrów, przy użyciu aplikacji I/Mine Modeller, sporządzany jest cyfrowy model wybranego parametru jakościowego kopaliny w złożu. Wskaźnikiem dokładności jest ocena błędu średniej zawartości analizowanego parametru, określonego na podstawie stwierdzeń otworami badawczymi lub robotami górniczymi. Podając w ten sposób informacje o błędzie oszacowania zasobów wskazujemy na poziom ryzyka podejmowania działalności inwestycyjnej. Wielkość błędu oszacowania jest obliczana przy wykorzystaniu metod geostatystycznych (krigingu). W oparciu o tak przygotowane materiały obliczane są zasoby złoża.

3.2 Projektowanie

Projektowanie eksploatacji odbywa się w środowisku graficznym MicroStation przy użyciu aplikacji Mine Design z pakietu CadsMine firmy GMSI. Celem projektowania jest wyznaczenie wyrobisk, w obrębie których przewidziano harmonogramowanie oraz symulację udostępnienia i eksploatacji (rys. 3.1).



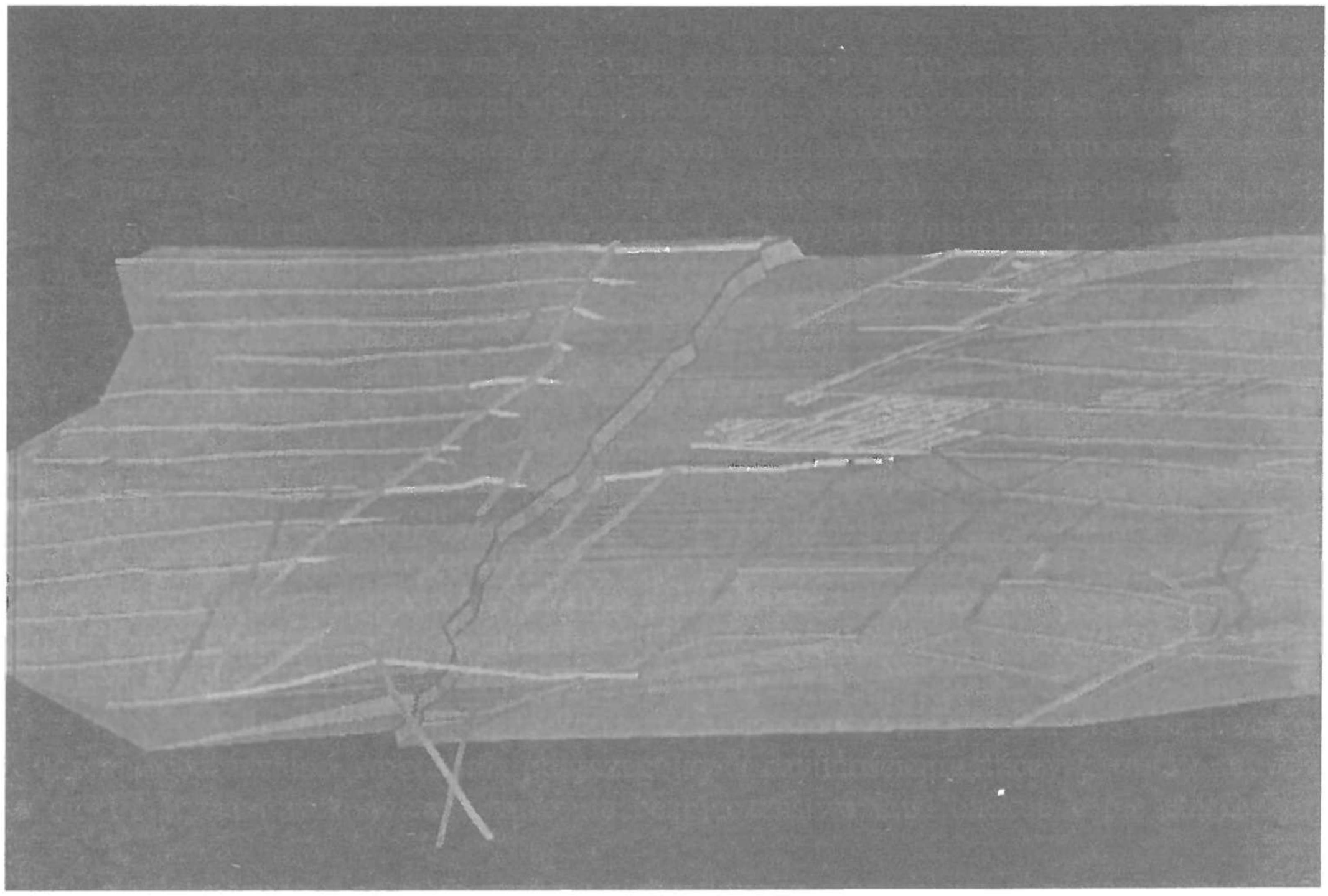
Rys. 3.1. Projektowane wyrobiska w złożu platyny
Fig. 3.1. Planned mine workings in a platinum deposit

CadsMine Designer jest wyposażony w narzędzia automatyzujące czynności związane z projektowaniem dowolnych wyrobisk podziemnych w trójwymiarowym środowisku graficznym. Baza danych zawiera główne typy wyrobisk. Na etapie projektowym baza wyrobisk jest uzupełniana o wyrobiska charakterystyczne dla rodzaju eksploatacji.. W trakcie projektowania wybierany jest typ wyrobiska, zaś jego parametry (gabaryty, rodzaj) pobierane są automatycznie z bazy danych. Do każdego wyrobiska mogą być dopisywane informacje dotyczące jego symbolu, typu obudowy, wyposażenia wyrobiska etc. Podczas projektowania zapewniony jest ciągły podgląd informacji zewnętrznych: tektoniki, zawartości kopaliny i jej jakości, stanu robót oraz stanów archiwalnych, zagrożeń w rejonie projektowanym, lokalizacji ciągów technologicznych (rys. 3.2).

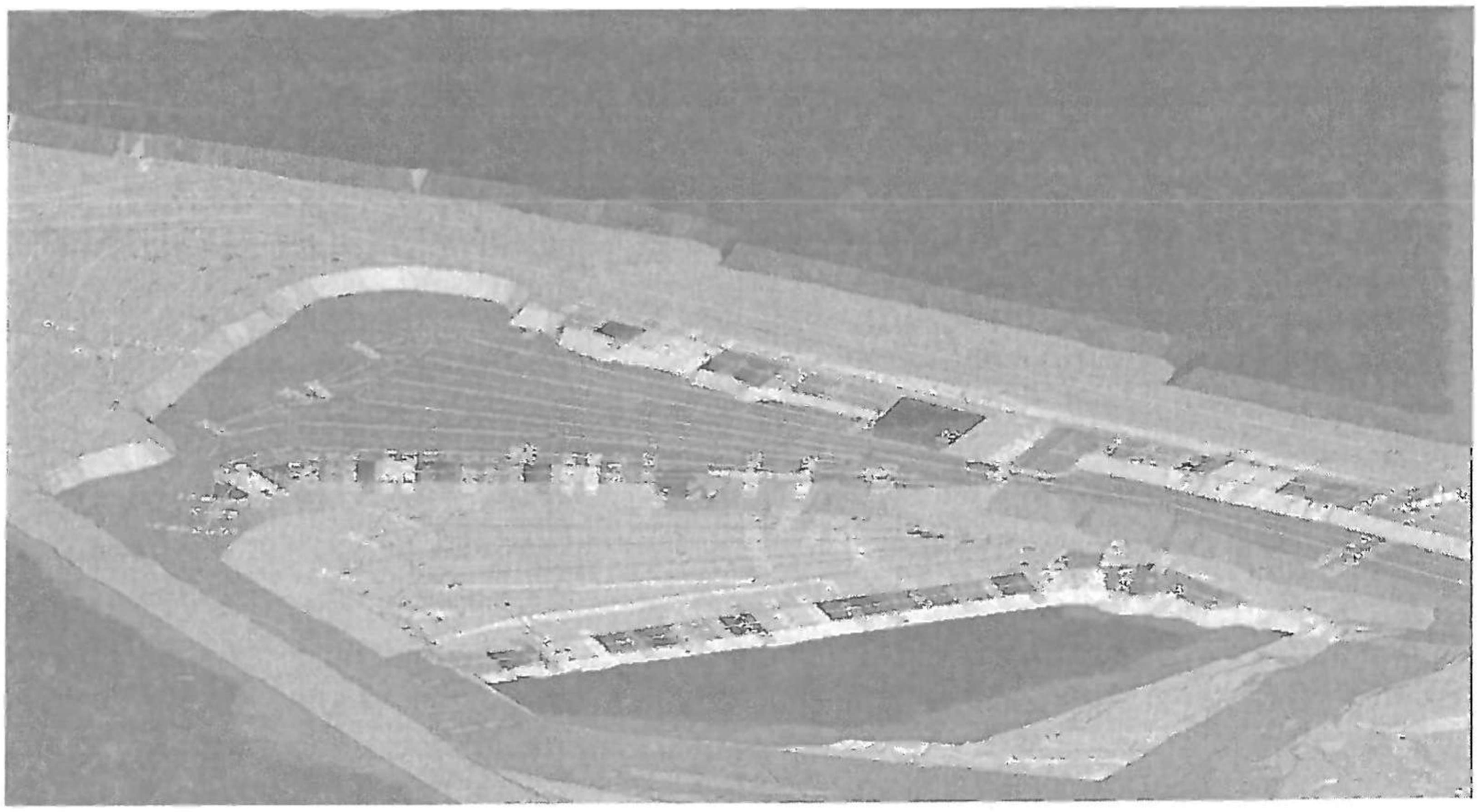
3.3 Harmonogramowanie i symulacja postępów frontów eksploatacyjnych i zwałowych

Harmonogramowanie, prowadzone przy użyciu aplikacji Scheduler z pakietu CadsMine, polega na dopisaniu do wcześniej zaprojektowanych wyrobisk informacji szczegółowych. Na tym etapie określane są daty rozpoczęcia robót w wyrobisku, ich kolejność, postoje technologiczne, zmiany postępów wynikające z lokalnych warunków, wszystkie te informacje, które mają wpływ na uzyskanie pełnej informacji o skutkach prowadzonej eksploatacji. Dane te są wprowadzane do bazy danych. W ramach symulacji, na podstawie zdefiniowanych parametrów, wyrobiska powstałe podczas projektowania dzielone są na części odpowiadające okresom zdefiniowanym uprzednio w kalendarzu robót (rys. 3.3).

Kalendarze definiowane są przez użytkownika i mogą być dowolne w zależności od zakresu lub specyfiki wykonywanego projektu.



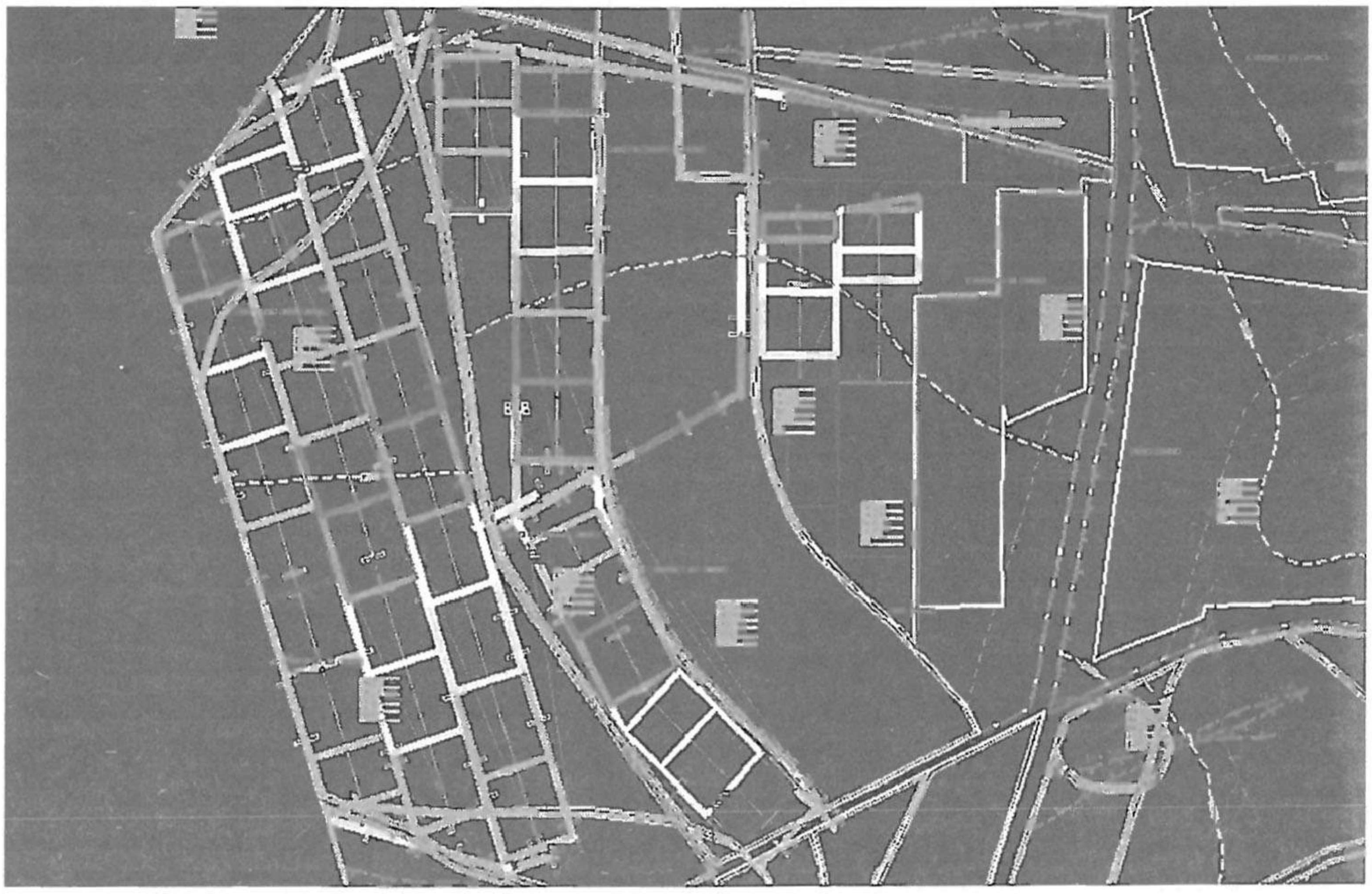
Rys. 3.2. Wyrobiska na tle struktury złoża KGHM
Fig. 3.2. Mine workings against a background of the deposit structure of KGHM mine



Rys. 3.3. Wizualizacja symulacji postępów frontów eksploatacyjnych w złożu węgla brunatnego. Widoczne postępy robót oraz elementy harmonogramu
Fig. 3.3. Visualisation of the simulation of the progress of working faces in a brown coal deposit. Visible progress of the works and elements of the schedule

3.4 Obliczenia

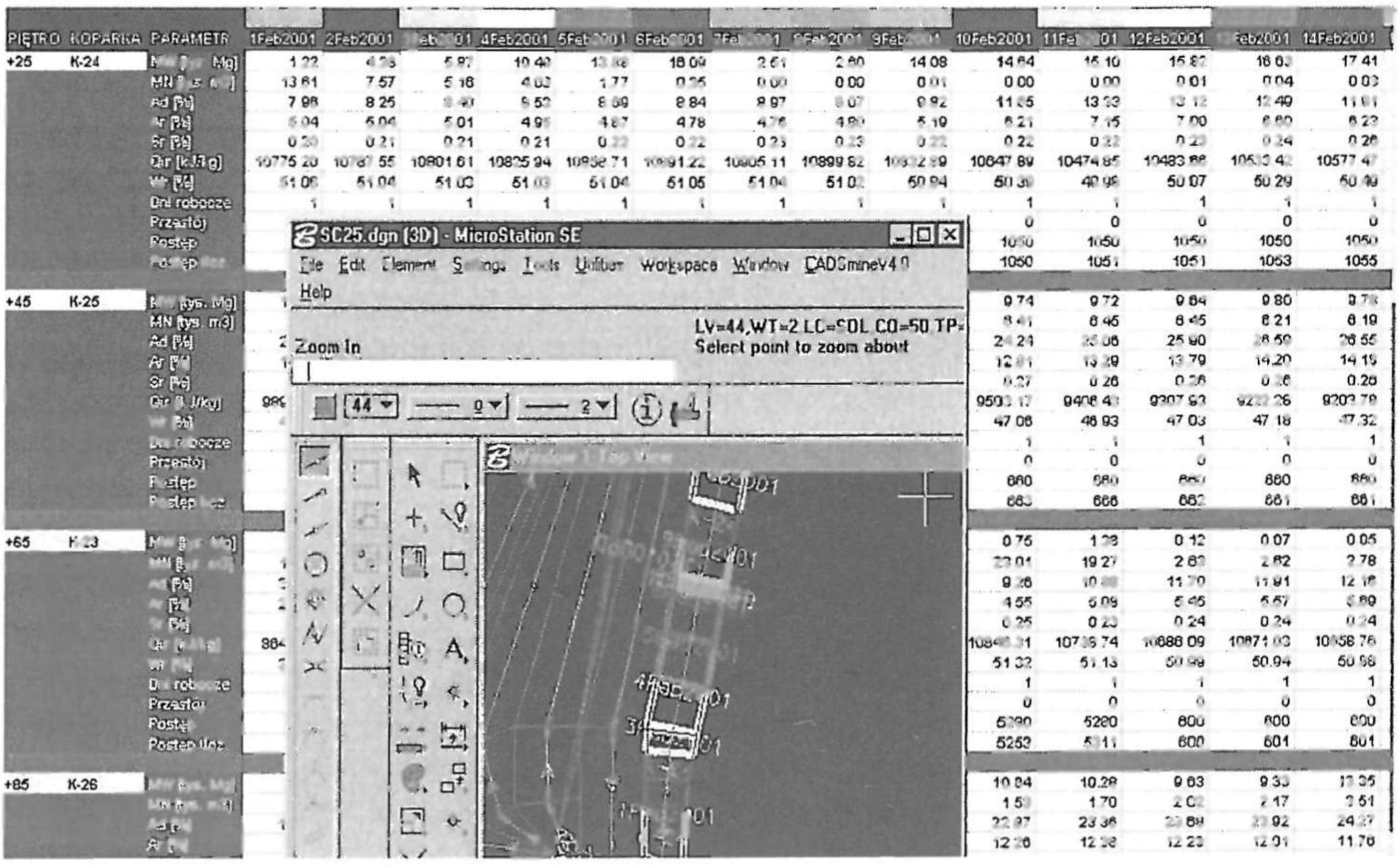
Przy pomocy programu Reserver [Kłos, Siata 1999] następuje połączenie informacji o zasięgu robót w danym okresie z odpowiednimi modelami. Do obliczeń wykorzystywane są modele miąższości i jakości kopaliny w wyznaczonych postępach robót.. Wyniki obliczeń w postaci mas kopaliny, średnich ważonych parametrów jakościowych oraz informacji dotyczących postępów i postojów w kolejnych okresach czasowych zgodnych ze zdefiniowanym kalendarzem eksploatacji umieszczane są automatycznie w bazie danych stanowiąc podstawę do tworzenia raportów.



Rys. 3.4. Postępy eksploatacji w okresach zdefiniowanych w kalendarzu, w obrębie których prowadzone są obliczenia ilości i jakości kopaliny. Kopalnia węgla kamiennego
Fig. 3.4. Progress of mining in periods defined in the calendar, within which calculations of the quantity and quality of useful minerals are carried out. Brown coal mine

3.5 Raporty i harmonogramy

Końcowym etapem procesu projektowania są raporty w postaci tabel, wykresów i harmonogramów, pozyskiwane programem SoftMine (rys. 3.5). Raporty, w zależności od potrzeb, mogą dotyczyć całego projektu lub dowolnej jego części. Istnieje możliwość generowania raportów sumarycznych i porównawczych. Uzyskane wyniki, po wyborze wariantu optymalnego, mogą być drukowane i dołączane do części opisowej projektu.



Rys. 3.5. Tabelaryczna forma raportu z podglądem projektu w środowisku MicroStation
Fig. 3.5. Tabular form of the report with a preview of the design in the MicroStation environment

3.6. Optymalizacja

W ramach optymalizacji następuje analiza poszczególnych wariantów projektu, której celem jest wybór rozwiązania najlepszego. Ponadto, po wstępnym wyborze najlepszego wariantu, projektant ma możliwość korekty parametrów zdefiniowanych w poszczególnych etapach projektowania i harmonogramowania, aż do uzyskania optymalnego rezultatu.

Oprogramowanie CadsMine zawiera moduł do optymalizacji automatycznej. W przypadku takiej optymalizacji projektujący definiuje, oprócz preferowanych wartości parametrów, również ich wartości progowe. Wartości progowe określają minimalne i maksymalne postępy poszczególnych wyrobisk w określonych warunkach, minimalny i maksymalny czas przestoju, datę rozpoczęcia robót górniczych w danym rejonie etc. Następnie wyznaczony zostaje cel, np. ilość i jakość kopaliny pożądana w danym okresie czasu, a program, poruszając się w obrębie granic progowych i przy dążeniu do wartości preferowanych, ten cel osiąga.

4. Podsumowanie

Przedstawione w niniejszym artykule rozwiązania zostały wdrożone na skalę przemysłową w wielu kopalniach na świecie. System umożliwia przeprowadzanie w krótkim czasie wielowariantowych symulacji postępów robót górniczych eliminując żmudną i czasochłonną analizę materiałów wyjściowych. Pozwala na dokonanie wszechstronnej analizy projektowanego układu technologicznego oraz wybór wariantu eksploatacji optymalnego ze względu na utrzymanie wymaganej wielkości i jakości wydobycia w zależności od sytuacji rynkowej. Charakteryzuje

się jednocześnie dużą dokładnością, w maksymalnym stopniu eliminując wpływ czynnika ludzkiego. System umożliwia analizę ekonomiczną opłacalności eksploatacji poszczególnych partii złoża przy różnych wariantach rozcięcia.

System jest połączony z programami dyspozytorskimi tak, by informacje pochodzące bezpośrednio z ruchu były wprowadzane do bazy danych i wykorzystywane podczas prac projektowych. W trakcie tworzenia systemu zakładano łączność z systemami biznesowymi typu SAP. Systemy oparte na tych samych narzędziach informatycznych funkcjonują (np. Amplats RPA) w łączności z systemami dyspozytorskimi, biznesowymi oraz systemami wspomagania podejmowania decyzji (EIS). Pozwala to na zarządzanie przedsiębiorstwem górniczym przy dostępie do wszystkich możliwych informacji.

Literatura

[1] Kuś R., Chryst R., Kaczarewski T., Kmiołek M. 2000: Zintegrowany System Zarządzania Informacją w procesie przygotowania danych dla projektowania i harmonogramowania produkcji w KWB „Turów", VII Seminarium „Metodyka rozpoznawania i dokumentowania złóż kopalin oraz geologicznej obsługi kopalń", Osieczany, czerwiec 2000.

[2] Kłos M, Siata E. 1999:, Obliczanie zasobów kopalin przy zastosowaniu oprogramowania I/Mine Reserver, Przegląd Geologiczny, Tom 47, nr 3 (marzec 1999), str.234.

[3] Zwierzyński J., Kmiołek M., Wachelka L., Siata E., Chryst R., Kłos M. 1999: Wspomaganie projektowania i harmonogramowanie eksploatacji górniczej narzędziami informatycznymi, Materiały konferencji „Optymalizacja wydobycia kopalin przy wykorzystania technik informatycznych", Bogatynia 1999.

Designing of exploitation and stacking processes in lignite mines with use of IT techniques

Abstract

In the integrated IT Systems proposed by PRGW the network connects all the sections of a mining division with database. An essential element is the joint graphic environment MicroStation by the company Bentley. The software SoftMine by the company PRGW as well as CadsMine by the company GMSI for the designing and scheduling of mining operates in this environment. The digital form of a design allows for the verification of information and integration of technical solutions with booking-economic systems.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Wiesław Kozioł

Mat. Konf. Szkoły Eksploatacji
Podziemnej 2003, str. 37–43

Artur KRAWCZYK, Janusz OSTROWSKI, Edward POPIOŁEK
AGH, Kraków
e-mail: artkraw@uci.agh.edu.pl, ostrow@uci.agh.edu.pl, popiolek@uci.agh.edu.pl
Wojciech SKOBLIŃSKI, Mariusz SZANIAWSKI
O/ZG „Polkowice-Sieroszowice", Polkowice
e-mail: w.skoblinski@kghm.pl, m.szaniawski@kghm.pl

System informatyczny badań deformacji szybów górniczych

Słowa kluczowe

szyby górnicze - badania deformacji - systemy informatyczne

Streszczenie

Szyby górnicze, a w szczególności ich obudowa, uzbrojenie i wyposażenie podlegają przemieszczeniom i deformacjom związanym z ruchami górotworu wywołanymi działalnością górniczą. W pracy przedstawiono propozycję rejestracji wyników pomiarów przemieszczeń i deformacji prowadzonych w szybie z równoczesnym ich opracowaniem komputerowym. Tworzy to razem system informatyczny pozwalający docelowo bezpośrednio w szybie określać stan jego deformacji. Umożliwia to natychmiastową korelację pomierzonych deformacji szybu ze stanem jego obudowy i uzbrojenia. Całość systemu realizowana będzie przy pomocy komputerów typu palmtop.

1. Wstęp

Szyb górniczy jest szczególną budowlą podziemną, wymagającą utrzymania określonych warunków, zapewniających bezpieczeństwo i ciągłość jego funkcjonowania. W przypadku zmiany stateczności górotworu w bezpośrednim otoczeniu obudowy szybowej, spowodowanej oddziaływaniem eksploatacji górniczej lub innymi przyczynami (wynikającymi na przykład z uwarunkowań hydrogeologicznych), mogą występować niekorzystne zjawiska, bezpośrednio zagrażające szybowi oraz zainstalowanym w nim urządzeniom.

Eksploatacja górnicza prowadzona w rejonie szybu górniczego powoduje jego deformacje, wynikające z nierównomiernych osiadań poszczególnych odcinków rury szybowej oraz nierównomiernych przemieszczeń poziomych na poszczególnych horyzontach szybu. Konsekwencją tych zmian są odkształcenia pionowe i poziome, wychylenie szybu z pionu, krzywizna osi szybu oraz skręcenie szybu, będące bezpośrednimi przyczynami występujących uszkodzeń obudowy i urządzeń szybowych. Uszkodzenia ujawniają się w postaci szczelin, pęknięć oraz łuszczenia, zgniatania lub miażdżenia obudowy szybu. Może następować przesuwanie się fragmentów obudowy względem siebie, a w skrajnych przypadkach ich wypadanie do szybu. Deformacje mogą być przyczyną pęknięć i szczelin pionowych w obudowie oraz zniekształcenia tarczy szybowej. W rezultacie pojawiają się uszkodzenia zbrojenia i urządzeń szybo-

wych w postaci deformacji i zwiększonego zużycia prowadników, wyboczenia i wyrywania dźwigarów z obudowy, zrywania rurociągów i kabli. Odchylenie szybu od pionu może powodować utrudnienie lub nawet uniemożliwiać ruch klatek i naczyń wydobywczych.

Z powyższych powodów istotne jest prowadzenie odpowiednich obserwacji w szybie w celu określenia jego zagrożenia, szczególnie w przypadku prowadzenia eksploatacji złoża w otoczeniu szybu. W praktyce prowadzone są obserwacje wizualne stanu obudowy szybu i jego wyposażenia oraz obserwacje metryczne, wśród których dominują metody geodezyjne. Metody geodezyjne pozwalają na rejestrację wymiarów i kształtu elementów szybu oraz ich zmian w czasie. W konsekwencji uzyskuje się aktualny stan zdeformowania rury szybowej i zbrojenia szybu [1].

Tradycyjne metody ewidencji oraz archiwizacji wyników obserwacji geodezyjnych w szybach, a także metody przetwarzania wyników tych pomiarów, sprowadzają się do czasochłonnych i żmudnych operacji manualnych. Powszechne zastosowanie systemów komputerowych umożliwia usprawnienie niezbędnych czynności oraz sposobu dokumentowania uzyskiwanych informacji, poprzez wykorzystanie metod numerycznych. W efekcie znacznie usprawnia się procedura obliczania wyników pomiarów oraz wzrasta stopień niezawodności ich przetwarzania. Przedstawiony w dalszej części informatyczny system ewidencji, przetwarzania i archiwizacji wyników badań deformacji szybów górniczych, realizuje zdaniem Autorów, w dużym stopniu przedstawione wyżej możliwości systemów informatycznych. Uwzględnia on metodykę prowadzenia obserwacji i sposób opracowania wyników, stosowane w kopalniach LGOM, głównie w O/ZG „Pol-Sier".

Opracowany system ma szczególne znaczenie wobec faktu prowadzenia eksploatacji złoża rudy miedzi w uwolnionych częściach filarów ochronnych. W latach 1994 - 2001 skorygowane zostały granice czterech filarów ochronnych szybów górniczych w obszarach górniczych „Polkowice II' oraz jednego filara w obszarze górniczym „Sieroszowice I". Od roku 1999 prowadzona jest eksploatacja złoża w częściach uwolnionych z filarów szybowych w obszarze górniczym „Polkowice II". Zbliżanie się z eksploatacją górnicza do szybów, jak również projektowane w przyszłości wybieranie złoża zalegającego w obecnie obowiązujących filarach, będzie w coraz większym stopniu wpływać na stan szybów górniczych i intensyfikować ich deformacje. Posiadanie sprawnego narzędzia do przetwarzania i analizy danych wynikających z obserwacji szybowych, znacznie ułatwi określanie aktualnego zagrożenia obudowy i zbrojenia szybu W nawiązaniu do zrealizowanego zakresu eksploatacji złoża, co pozwoli optymalizować działalność górniczą i zapewni bezpieczeństwo funkcjonowania szybu.

2. Podstawy systemu informatycznego badań deformacji szybów górniczych

Konstruując system uwzględniono metodykę pomiarów i opracowania ich wyników stosowaną w O/ZG „Polkowice-Sieroszowice". Pomiary deformacji są obecnie prowadzone w pięciu z 11 istniejących szybów, a mianowicie w szybach: P-I, P-II, P-V, P-VII i SW-1. Obserwacje wykonuje się na punktach badawczych zastabilizowanych w jego obudowie, tworzących pionowe linie profilowe. W każdym szybie punkty badawcze rozmieszczone są wzdłuż dwóch linii profilowych, w miarę równomiernie w odległościach 30–50 m. Na liniach tych wykonuje się pomiary sytuacyjne i wysokościowe. Wyniki pomiarów pozwalają na wyznaczenie pionowych przemieszczeń (obniżeń), pionowych odkształceń, poziomych przemieszczeń oraz wychyleń obudowy z pionu.

Celem pomiarów wysokościowych jest wyznaczenie wysokości reperów zastabilizowanych w obudowie szybu lub długości odcinków pionowych pomiędzy kolejnymi reperami. Pomiary prowadzi się przy użyciu taśmy szybowej dalmierzy elektrooptycznych. Do pionowania szybów stosowane są pionowniki optyczne lub pionowniki optyczne z okularem laserowym. Pomiar wykonywany jest dwuetapowo. W etapie pierwszym, w oparciu o reper zastabilizowany na podszybiu, następuje przeniesienie wysokości na reper nadszybia. W etapie drugim określa się różnice wysokości pomiędzy reperem na zrębie szybu a znakami badawczymi na poszczególnych horyzontach. W obydwu etapach odległości pionowe wyznacza się z dachu klatki szybowej przy użyciu dalmierza, realizując pomiar do zwierciadła zainstalowanego na zrębie szybu. Różnicę poziomów zwierciadła i reperu na nadszybiu wyznacza się metodą niwelacji geometrycznej. Ta sama metoda jest stosowana na każdym horyzoncie pomiarowym do wyznaczenia różnicy wysokości osi obrotu lunety dalmierza i danego znaku pomiarowego. Metoda ta pozwala na określanie wysokości reperów praktycznie z jednakową dokładnością.

Pomiary przemieszczeń poziomych polegają na pomiarze odległości i kąta skręcenia środków tarcz sygnałowych, nasadzanych na repery zastabilizowane w obudowie szybu. Pomiar rozpoczyna się od reperu najniższego, którego środek tarczy stanowi punkt odniesienia dla wszystkich pomiarów w danej linii. Dodatkowo wykonywany jest pomiar odległości między środkami tarcz na danym horyzoncie obserwacyjnym. Ponieważ do pomiarów używa się tarcz jednakowego typu nie zachodzi konieczność uwzględniania w obliczeniach tzw. offsetu, czyli niejednakowego odsunięcia środków tarcz od linii pionowej wyznaczonej przez repery.

W opracowanym systemie, w pierwszym etapie uwzględnione są również wyniki analizy stosowanych instrumentów i narzędzi pomiarowych. Pozwala to na określenie prawidłowej metodyki interpretacji wyników obserwacji. Przeprowadzona jest również analiza pomiarów pod względem dokładności, a także przeanalizowano procedurę uwzględniania w obliczeniach poprawki atmosferycznej (niezbędnej w pomiarach dalmierzami elektrooptycznymi). Uwzględniono także dokładność pomiarów wyniesienia wysokości z podszybia na reper zastabilizowany na zrębie szybu, będący podstawą do wyznaczania deformacji w całym szybie.

Obserwacje prowadzone w pięciu szybach górniczych O/ZG „Polkowice-Sieroszowice" dostarczają stosunkowo dużej ilości informacji. Dane z pomiarów gromadzone są obecnie w formularzach papierowych, a następnie wprowadzane do arkusza kalkulacyjnego, gdzie następuje ich przetworzenie. Wyniki wykonanych obliczeń formatowane są manualnie. Po zrealizowaniu tych operacji drukowane są formularze wynikowe, które wpina się w skoroszyty. Wszystkie wymienione czynności muszą być powtórzone w każdym cyklu pomiarowym. Czynności te trwają stosunkowo długo i niekiedy zajmują więcej czasu niż sam pomiar.

Biorąc pod uwagę wyszczególnione powyżej uwarunkowania pomiarów w szybach górniczych, jak również uciążliwość i czasochłonność opracowania ich wyników, zaproponowano w opisany poniżej sposób, kodowanie obserwacji dla potrzeb utworzonego systemu, a w szczególności numerycznej ewidencji ich wyników oraz wyznaczanych wskaźników deformacji [2].

3. Koncepcja systemu ewidencji pomiarów

Analiza funkcjonalna wykazała, że w trakcie przetwarzania danych pomiarowych mamy do czynienia z następującymi etapami pracy:

1. wprowadzenie danych - agregacja danych,
2. obliczanie wyników pomiarów - funkcje obliczeniowe,
3. prezentacja wyników - agregacja danych,

4. prezentacja wykresów - wizualizacja graficzna danych.

Analizując powyższe zestawienie wymagań w stosunku do projektowanej numerycznej ewidencji pomiarów należy stwierdzić, że zadania związane z agregacją danych najlepiej będzie spełniała baza danych. Ze względu jednak na konieczność graficznej wizualizacji danych (wykresy) - nie można było wybrać bazy danych jako jedynego środowiska tworzenia systemu numerycznej ewidencji. Z tego powodu przyjęto założenie, że system składał się będzie z dwóch elementów - bazy danych oraz aplikacji, która będzie ją obsługiwała. Aplikacja ta została napisana w języku programowania wyższego poziomu. Rozwiązanie to oddziela bazę danych zawierającą bezpośrednie wyniki pomiarów od aplikacji przetwarzających te dane. Funkcje obliczeniowe zostaną zaimplementowane do kodu aplikacji natomiast parametry obliczeniowe będą składowane w bazie danych. Do wizualizacji danych alfanumerycznych zastosowano tabele bazy danych. Architekturę systemu oparto o architekturę klient - serwer. Baza danych została zainstalowana w 1 egzemplarzu na serwerze plików. Natomiast część wykonywalna, klient bazy danych, może zostać zainstalowana na dowolnym komputerze działu mierniczego.

Ostatnim elementem systemu są formularze pomiarowe (dzienniki pomiarowe). Ze względu na budowę systemu ewidencji pomiarów oraz modernizację metody pomiarów długości w szybie zaistniała pilna konieczność opracowania nowych formularzy służących do zapisywania wyników pomiarowych dostosowanych do nowego formatu.

4. Realizacja systemu numerycznej ewidencji pomiarów

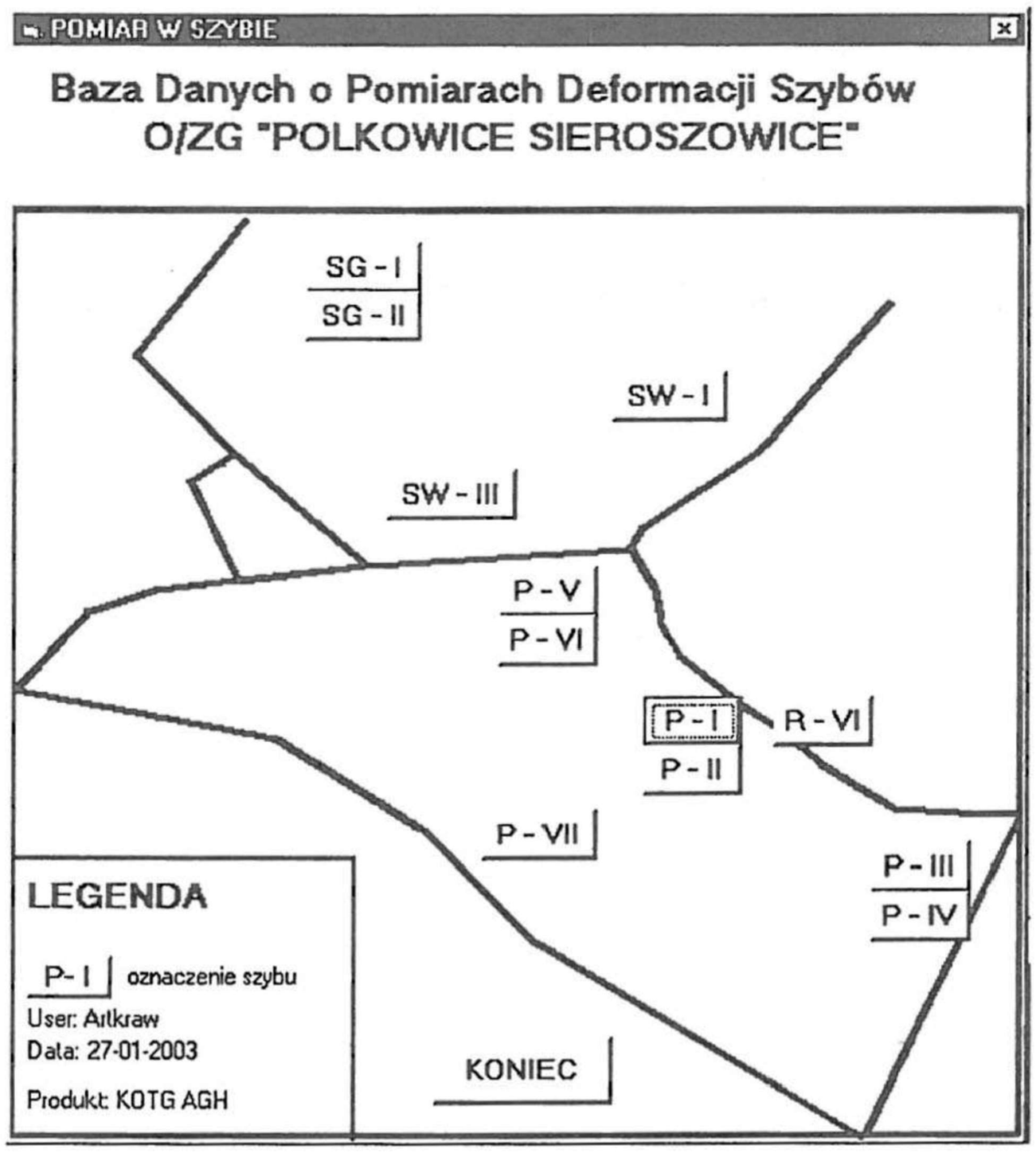
Do budowy bazy danych wykorzystano używaną w dziale TMi bazę danych firmy Microsoft Access97. Natomiast do oprogramowania bazy wykorzystano aplikację, która została napisana w języku programowania - VisualBasic [3].

Na wstępie budowy bazy danych przyjęto założenie, że dane o jednym szybie pomiarowym znajdować się będą w jednej bazie danych (jednym pliku *.mdb). Rozwiązanie tego typu przyjęto z następujących powodów:

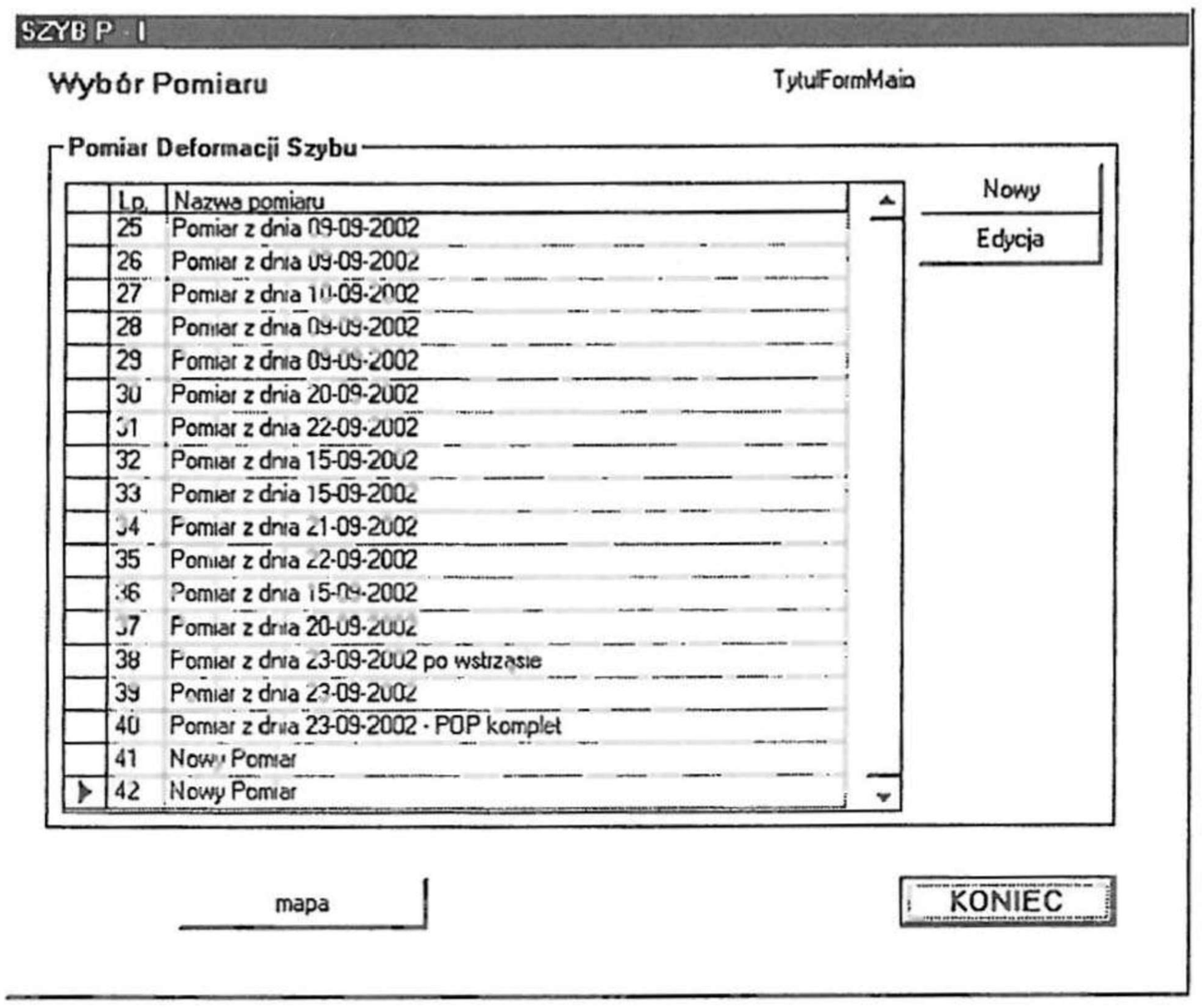
- pomiary między szybami nie są ze sobą bezpośrednio powiązane,
- dołączenie do bazy pomiarów danych z kolejnego, dotychczas nie mierzonego szybu, nie będzie wymagało rekonstrukcji bazy - jedynie powielenia już istniejącego wzorcowego pliku bazy wraz z edycją jego lokalnych parametrów (np. liczbą horyzontów),
- ułatwienie kontroli dostępu do bazy - przeniesienie kontroli warunku dostępu wielu użytkowników do bazy z poziomu kontroli transakcji w tabelach do poziomu systemu operacyjnego - czyli kontroli dostępu do pliku bazy.

Z powyższych powodów baza danych składa się z 5 plików typu *.mdb, z których każdy odpowiada jednemu szybowi. W celu właściwej organizacji pracy z plikami, pierwsze okno aplikacji obsługującej bazę danych podczas uruchomienia bazy nie łączy się od razu z bazą. Uruchamiane jest tzw. okno startowe aplikacji (Rys. 4.1), które pozwala dokonać wyboru interesującej użytkownika bazy danych. Dopiero po wskazaniu wybranego szybu aplikacja dokonuje połączenia z bazą danych.

Po dokonaniu wyboru szybu użytkownik przechodzi do bazy danych pomiarów deformacji danego szybu Rys. 4.2. Z tabeli pomiarów wybiera edycję istniejącego pomiaru lub otwiera nowy rekord pozwalający wprowadzić dane z nowego pomiaru.

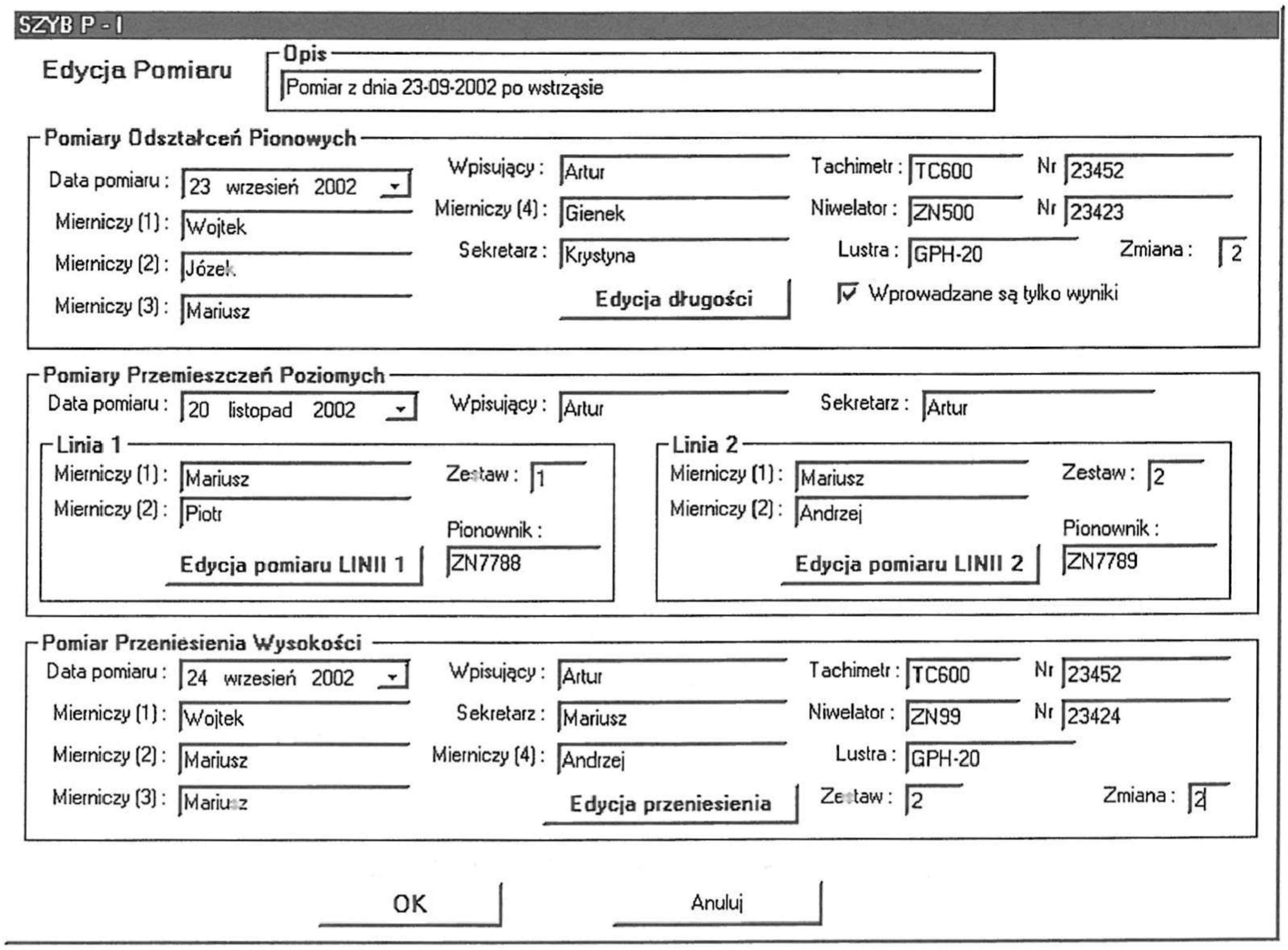


Rys. 4.1. Okno startowe aplikacji sterującej pracą bazy danych
Fig. 4.1. Steering database starting application window



Rys. 4.2. Wybór pomiaru deformacji
Fig. 4.2. Choosing of measurements

Po dokonaniu wyboru pomiaru użytkownik przechodzi do wpisywania danych identyfikujących konkretny pomiar. Podaje wtedy dane takie jak: czas wykonania pomiaru, przez kogo został zrealizowany oraz za pomocą, jakiego sprzętu go wykonano. Na Rys 4.3 przedstawiono przykładowy widok tego formularza.



Rys. 4.3. Okno danych o pomiarach
Fig. 4.3. Measurements window

Dopiero po podaniu tych informacji użytkownik może przejść do wpisywania danych pomiarowych.

4. Podsumowanie

Opracowany system numerycznej ewidencji pomiarów deformacji szybów oraz ich opracowania stanowi nowoczesne rozwiązanie, które przyczyni się do zgromadzenia materiału obserwacyjnego stanowiącego bazę do porównań wpływów eksploatacji górniczej realizowanej w sąsiedztwie filarów ochronnych szybów. Zastosowanie numerycznej formy przetwarzania danych zasobu pozwala na uzyskanie oszczędności w czasie pracy przeznaczonym dotychczas na opracowanie i archiwizowanie wyników pomiarów. Podstawową jednak zaletą proponowanego systemu jest możliwość natychmiastowego, po wykonaniu pomiarów na danym horyzon-

cie w szybie, określenie stanu deformacji szybu na zaobserwowanym jego odcinku. Umożliwia to na bieżąco kontrolę stanu obudowy i zabudowy rury szybowej z jej deformacją.

Literatura

[1] Popiołek E, Ostrowski J.: Geodezyjne obserwacje wpływów eksploatacji górniczej prowadzonej w rejonie szybów górniczych kopalni rud miedzi „Rudna" , Cuprum. 2001 nr 18 s. 53-76.
[2] Popiołek E. i in.: Projekt PB 376/9/91 Przeciwdziałanie szkodom górniczym w oparciu o numeryczne metody optymalizacji wydobycia złóż kopalin użytecznych. KBN Zespół S6 AGH Kraków 1993 (maszynopis).
[3] Krawczyk A.: Modelowanie przestrzenne zmian elementów środowiska na terenach górniczych. Praca doktorska, AGH Kraków 2002 (maszynopis).

Mine shafts deformation information system

Abstract

Mine shafts, especially their casing and equipment are influenced by rock mass deformation caused by underground exploitation. In paper are presented proposal storage system for results of deformation measurements, which are working in shaft and can give results during measurements. It creates information systems, which let us, directly in shaft, determine actual state of deformation. It gives possibility to making immediately correlation between measured deformation and conditions of mines shaft casing and his equipment. All system will be implement on computers type palmtop.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Wiesław Piwowarski

Mat. Konf. Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2003, str. 45–54

Roman KUŚ
Przedsiębiorstwo Robót Geologiczno-Wiertniczych sp. z o.o., Sosnowiec
e-mail: roman_k@prgw.com.pl

Zintegrowany System Zarządzania Produkcją w przedsiębiorstwach górniczych

Słowa kluczowe

zarządzenie - otwarte systemy informatyczne - baza danych – projektowanie i harmonogramowanie produkcji

Streszczenie

W artykule przedstawione zostały uwagi na temat zalet wdrożenia w kopalniach węgla zintegrowanych systemów zarządzania eksploatacja górniczą, pełnej integracji wszelkich informacji dotyczących procesu eksploatacji złoża z danymi ekonomicznymi, w celu osiągnięcia optymalnego efektu techniczno-ekonomicznego. Przedstawione zostały zasady budowy systemu zarządzania produkcją, w którym zarząd dzięki technice informatycznej ma do dyspozycji zweryfikowany obraz techniczno- ekonomiczny przedsiębiorstwa górniczego. Strategiczny kierunek działania przedsiębiorstwa jest na bieżąco weryfikowany przez zmieniające się w czasie warunki zewnętrzne (nowe dane o złożu, zdarzenia losowe, zmieniające się oczekiwania odbiorcy etc.)

Podstawą budowy systemów zarządzania produkcją w przedsiębiorstwach górniczych może być Zintegrowany System Zarządzania Informacją, którego zasady przedstawiono po raz pierwszy na konferencji „Optymalizacja wydobycia kopalin przy wykorzystaniu technik informatycznych" [Kaczarewski, Kuś 1999]. Łączy on elementy związane z opisem złoża z danymi technologicznymi, a docelowo z modułami ekonomicznymi.

W Przedsiębiorstwie Robót Geologiczno Wiertniczych wypracowano zasady gromadzenia, porządkowania i przetwarzania informacji o złożu przy wykorzystaniu narzędzi informatycznych. Oryginalnością „Zintegrowanego Systemu Zarządzania Informacją" (ZSZI) jest jego otwartość na instalację w jego obrębie, istniejących i sprawdzonych programów komputerowych, służących dla rozwiązywania wysoko wyspecjalizowanych usług. A więc połączenie w jedną całość informacji o strukturze, jakości złoża, jego geometrii, z aplikacjami komputerowymi służącymi do np. analizy deformacji powierzchni wywołanymi działalnością górniczą, stabilnością zboczy w kopaniach odkrywkowych, modelami hydrogeologicznymi złoża, i temu podobne. ZSZI jest systemem modułowym otwartym na oczekiwania użytkowników, również takie których nie można sprecyzować obecnie, a które mogą pojawić się w związku z rozwojem technologii, metod pomiarowych, wymagań odbiorców, potrzeby ochrony środowiska naturalnego. Próby prowadzone w Polsce w latach 90-tych w KGHM „Polska Miedź", kopalni węgla brunatnego „Bełchatów", Rybnickiej i Nadwiślańskiej Spółce Węglowej wykazały, że

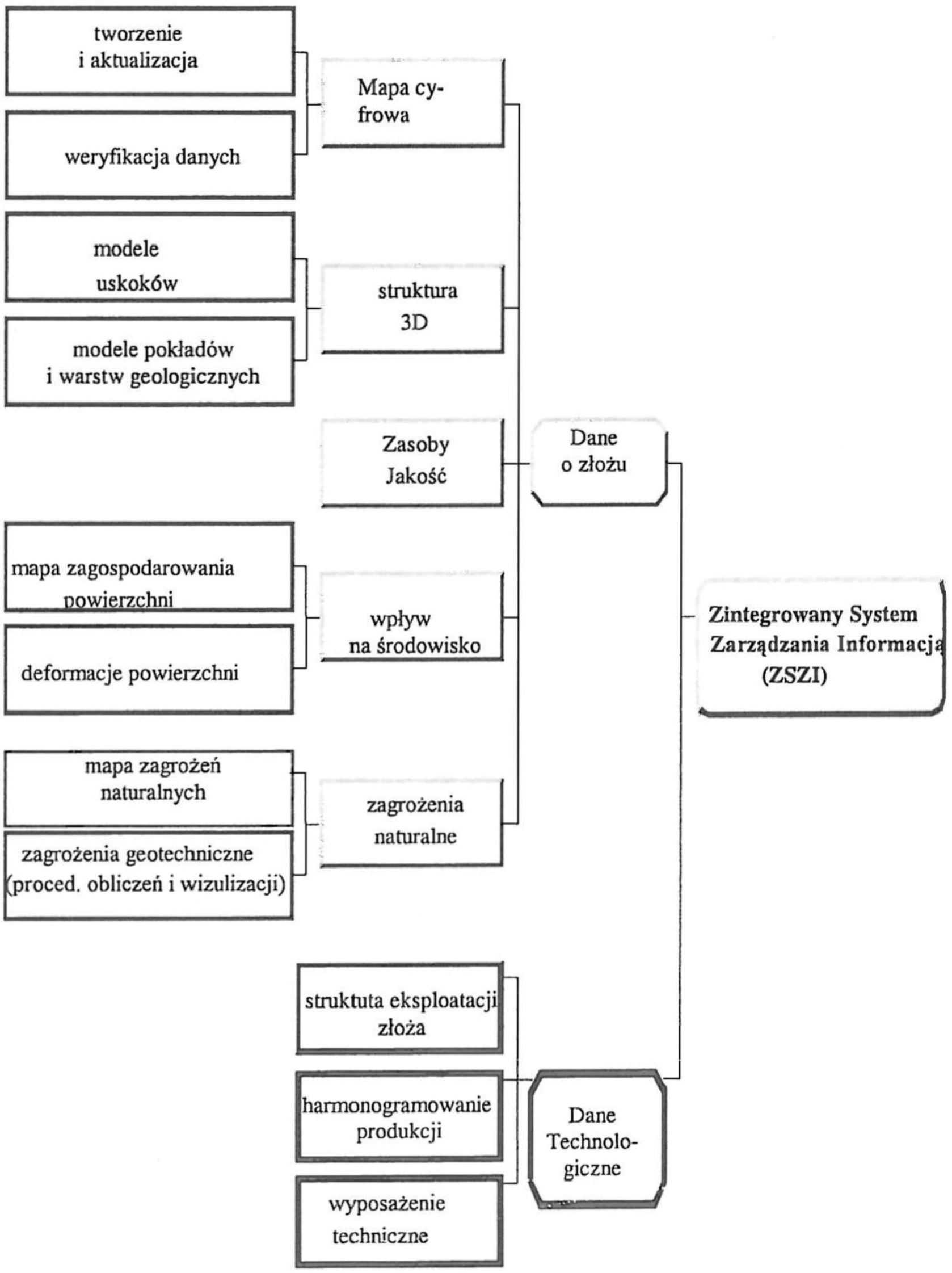
warunków tych nie spełniają rozwiązania proponowane przez szereg znanych firm światowych, z powodu wysokiego stopnia integracji proponowanych przez nie rozwiązań. Zarzut zbyt wysokiej integracji wydawać się może sprzeczny w stosunku do przedstawianego „Zintegrowanego Systemu Zarządzania Informacją". Jest to jednak sprzeczność pozorna. Większość oferowanych na rynku wysoko zintegrowanych systemów ma narzuconą przez producenta wewnętrzną architekturę i system przepływu informacji, oparte na tablicach, w których informacja jest wprowadzana, lub uzupełniana, dla skonstruowania oczekiwanego przez projektanta systemu efektu, w postaci modelu struktury i jakości złoża, modelu powierzchni terenu, przekroi przez złoże, itp . W rozwiązaniach proponowanych przez w/w firmy część informacji jest rozwiązywana przez system, co powoduje, że brak jest kontroli nad rozdzieleniem interpretacji faktów wykonywanych przez operatora i system. W Polsce, w górnictwie obowiązuje zasada personalnej odpowiedzialności za wyniki pomiarów i ich interpretację, zwłaszcza informacji dotyczących geodezji, geologii i górnictwa. „Zintegrowany System Zarządzania Informacją" konstruuje informacje służące do zarządzania eksploatacją w oparciu o Górniczą Bazę Danych, w której są zgromadzone wszystkie dostępne dane o złożu oraz elementach związanych z jego eksploatacją. Zasadą jest modułowa konstrukcja systemu, umożliwiająca użytkownikom dostęp do danych podstawowych, dla rozwiązywania konkretnych zadań realizowanych przy pomocy wyspecjalizowanych programów komputerowych, przez służby mierniczo-geologiczne, geotechniczne (kierowania stropem, tąpań), wentylacyjne, projektowania i harmonogramowania produkcją i inne. Wspólna jest baza danych, środowisko graficzne, sieć łącząca użytkowników systemu oraz programy komputerowe zintegrowane w obrębie systemu.

Uzyskane doświadczenie oraz praktyczna wiedza na temat potrzeb jakie powinny spełniać rozwiązania wykorzystywane w Polsce dla geologii i górnictwa, pozwoliły na sformułowanie kryteriów [Kaczarewski, Kuś 1999], których spełnienie warunkuje udane wdrożenie systemu. Próba wdrożenia w KWB „Turów" została zakończona sukcesem, gdyż oparto się na **Zintegrowanym Systemie Zarządzania Informacją** w którym interpretacja faktów znajduje się całkowicie po stronie specjalisty geologa, geodety, górnika. Podstawowe zasady, którymi należy się kierować przy podejmowaniu jakiegokolwiek projektu zarządzania złożem sprowadzają się do:

- gromadzenia wszystkich informacji w obrębie dowolnej relacyjnej bazy danych,
- przetwarzanie danych do postaci graficznej w środowisku 3D, gdyż wszystkie informacje dotyczące struktury złoża są elementami przestrzennymi,
- nadawanie produktom finalnym postaci wymaganej resortowymi przepisami, normami, indywidualnymi wymaganiami inwestora,
- wykorzystywania programów komputerowych zapewniających otwartość systemu, możliwość ich rozwoju, przystosowanie do rozbudowy o elementy, których nie można przewidzieć w momencie tworzenia projektu,
- rozdzielenia faktów obiektywnych (wyników badań jakościowych, rezultatów wierceń badawczych, wyników pomiarów etc.) od ich interpretacji (modeli strukturalnych, jakościowych, wyników analiz geostatystycznych, map zasobów) tworzenie projektu przez specjalistów branżowych, na wielu stanowiskach (stacjach graficznych), pracujących w sieci.

Zasadą jest otwartość systemu na zmieniające się w sposób ciągły środowisko i oczekiwania użytkowników. Schemat przepływu informacji w obrębie ZSZI obrazuje rys. 1.

Cyfrowa Baza Danych Górniczych jest podstawowym źródłem informacji podczas tworzenia przy użyciu techniki komputerowej dokumentacji zasobów kopalin, spełniającej wymagania obowiązujących w Polsce przepisów.



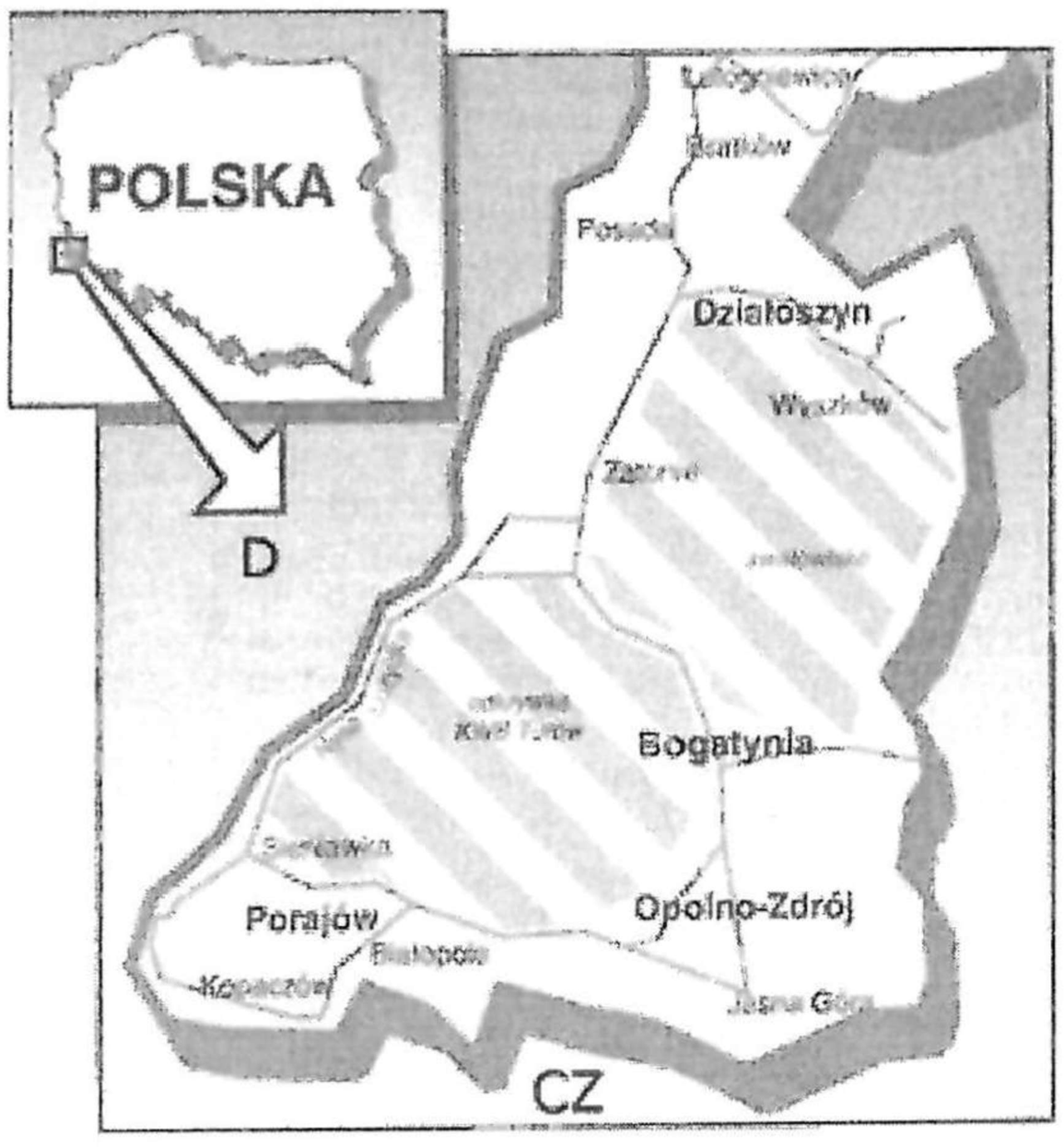
Rys. 1. Schemat przepływu informacji w obrębie Zintegrowanego Systemu Zarządzania Informacja
Fig. 1. Schematic flow of information within the Integrated Information Management System

Stworzony w oparciu cyfrową bazę danych górniczo-geologicznych Zintegrowany System Zarządzania Informacją, dzięki swojej otwartości był pierwsza udaną próba wdrożenia rozwiązania numerycznego dla geologii w Polsce co miało miejsce w roku 1994, w kopalni węgla kamiennego „Halemba" w Rudzie Śląskiej, później w kopalniach „Jan Kanty" w Jaworznie, „Murcki" w Katowicach , kopalni piasku podsadzkowego „Kuźnica Warężyńska" w Dąbrowie Górniczej. Wszystkie prace są rozwiązaniami nowatorskim w Polsce. Ich wdrożenie otwiera nowe możliwości w gospodarce zasobami surowców mineralnych oraz optymalizacji produkcji górniczej. Wykonane wg nowej technologii dokumentacje geologiczne mogą być z dnia

na dzień uzupełniane o informacje pochodzące z bieżących robót górniczych i robót badawczych. Mogą być one również weryfikowane przez wprowadzenie opracowań specjalistycznych oraz ekspertyz dotyczących struktury, jakości złoża, warunków hydrogeologicznych, zagrożeń geotechnicznych. Tym samym pojawiła się możliwość weryfikacji i ciągłej aktualizacji informacji o złożu. Ponadto pozostaje większa możliwość indywidualnej interpretacji faktów, pozwalająca na rejestrację wielu wariantów rozwiązania określonego problemu geologicznego, co tworzy warunki wyboru rozwiązania preferowanego przez autora (dokumentatora?).

W najszerszym zakresie system został wdrożony w kopalni węgla brunatnego „Turów" (rys. 2). W punkcie startu do dyspozycji wykonawców były dane w postaci map, zestawień tabelarycznych, wyników badań..., wszystko w postaci analogowej. Dane te były podstawą do stworzenia bazy danych o pojemności ok. 7 milionów rekordów, a w dalszej kolejności Zintegrowanego Systemu Zarządzania Informacją.

Kopalnia węgla brunatnego „Turów" zajmuje powierzchnię 22,3 km^2, powierzchnia składowiska zewnętrznego wynosi 18,5 km^2 i jest 2-gą co do wielkości odkrywką w Europie. Wielość wydobycia na poziomie 11,2 mln Mg oraz 49,2 mln Mg nadkładu, daje tej kopalni 2-gą pozycję w Polsce. Wydobywany z kopalni „Turów" węgiel zapewnia wytworzenie 8% energii elektrycznej dla Polski.



Rys. 2. Lokalizacja kopalni węgla brunatnego „Turów"; D- Niemcy, CZ- Czechy
Fig. 2. The map of the „Turów" Brown Coal Mine; D - Germany, CZ - Czech Republic

Prawidłowe skonstruowanie bazy danych i wypracowanie odpowiednich połączeń pomiędzy aplikacjami komputerowymi umożliwia stworzenie w obrębie każdego zakładu górniczego systemu optymalnego zarządzania produkcją, uwzględniającego specyfikę nie tylko każdej branży (węgiel kamienny, węgiel brunatny, miedź, surowce skalne), lecz także indywidualne cechy każdej kopalni.

Zintegrowany System Zarządzania Informacją zapewnia integrację wszystkich elementów związanych z opisem złoża w sposób bezpośredni (dane o strukturze złoża, jego jakości) i pośredni (dane geodezyjne, technologiczne), przez co stwarza gwarancję wyboru optymalnego wariantu sposobu udostępnienia i eksploatacji złoża. Jest to szczególnie ważne wówczas, gdy mamy do czynienia ze złożoną budową geologiczną złoża oraz nietypowymi rozwiązaniami technologicznymi.

W każdej kopalni dominującymi zagadnieniami wymagającymi optymalnych rozwiązań pod względem technicznym i ekonomiczno-finansowym będą :

1. zapewnienie odpowiedniego poziomu wydobycia kopaliny o ustabilizowanych parametrach jakościowych;
2. w kopalniach odkrywkowych zdejmowanie nadkładu w zakresie dostatecznym dla postępów eksploatacji złoża, ale jednocześnie bez nadmiernych wyprzedzeń generujących:
   - wzrost kosztów technologicznych,
   - wzrost zakresu i kosztów przejmowania terenów pod eksploatację,
   - zwiększony zakres podatków i opłat związanych z gospodarką gruntami,
   - zwiększone oddziaływanie i zagrożenia dla otaczającego środowiska;
3. zwałowanie skały płonnej - zdeterminowane dotychczasowym stanem eksploatacji złoża, postępami w wybieraniu kopaliny oraz trudnymi warunkami naturalnymi;
4. precyzyjne prognozowanie kosztów eksploatacji wynikających z rozwiązań w/w zagadnień.

Skuteczne rozwiązywanie tych zagadnień w sposób optymalny, ze względu na ich złożoność i bardzo duży zakres informacji źródłowych, wymaga wspomagania systemami informatycznymi. Należy przewidywać – w niedalekiej przyszłości – potrzebę niemal ciągłego planowania, analizowania i korygowania procesu eksploatacji złoża pod wpływem zmieniających się sytuacji w kopalni i uwarunkowań zewnętrznych. **Do podejmowania optymalnych decyzji niezbędne jest wykonywanie i analizowanie wielu często zmieniających się wariantów rozwiązań.**

Każdy zakład górniczy posiada do pokonania specyficzne zagadnienia techniczne, ekonomiczne, organizacyjne i na bieżąco je rozwiązuje. Można je rozwiązać wykorzystując umiejętności zawodowe i doświadczenie kadry technicznej i zarządu, z góry zakładając ich niedoskonałość z racji ograniczeń czasowych a tym samym możliwości dostępu do pełnej informacji. Można przy wykorzystaniu narzędzi informatycznych uzyskać wariantową analizę poszczególnych rozwiązań technicznych poszerzoną o informacje ekonomiczne jakimi skutkują te warianty, w sposób gwarantujący oparcie tego typu analizy nie tylko na wiedzy i doświadczeniu zespołu inżynierów, ale także z pełna świadomością, że dla opracowania poszczególnych wariantów wykorzystano wszystkie istniejące informacje uporządkowane w obrębie **relacyjnej bazy danych.**

Wdrażając **Zintegrowany System Zarządzania Informacją (ZSZI)** w obrębie zakładu górniczego, **zawsze** uzyskuje się w finale informację o skutkach finansowych przywiązanych do rozwiązań będących przedmiotem analizy. **Jest to oczywisty i oczekiwany efekt każdego przedsięwzięcia gospodarczego**. W kopalni „Turów" funkcjonuje on z pełną świadomością, że dla optymalizacji produkcji informacje spływające do działu technologii górniczej muszą być w pełni zintegrowane. Za ich przygotowanie są odpowiedzialne służby techniczne dokumentujące geometrię wyrobiska górniczego, strukturę i jakość złoża, zagrożenia naturalne, oddziaływanie na środowisko.

W obrębie **Zintegrowanego Systemu Zarządzania Informacją (ZSZI)** podstawową rolę spełniają komputerowe aplikacje geologiczne i górnicze firmy GSMI opracowane na potrzeby górnictwa RPA oraz pakiet programów SoftMine firmy PRGW Sosnowiec, wypraco-

wany dla wyspecjalizowanych potrzeb polskiego górnictwa. Aplikacje wyżej wymienione zapewniają nie tylko planowanie dziennych, dekadowych, miesięcznych i półrocznych planów produkcji. Umożliwiają również planowanie strategiczne w okresach dowolnie sformułowanych przez użytkownika, aż do wyczerpania zasobów. Istotna jest możliwość analizy wariantowych rozwiązań oraz weryfikowanie przyjętej koncepcji odbudowy złoża, w związku z uzyskiwaniem danych z bieżącej eksploatacji górniczej, pojawiających się zagrożeń naturalnych, czy też z powodu zmiany uwarunkowań rynkowych. Śledząc doświadczenia w tym zakresie w świecie, można stwierdzić, że ostatecznym parametrem decydującym o prawidłowości przyjętych rozwiązań technicznych jest zysk uzyskanych przez kopalnię w skali całego przedsiębiorstwa, ale również na poziomie poszczególnych oddziałów wydobywczych.

Ogólna charakterystyka informacji wykorzystywanych w procesie projektowania i harmonogramowania produkcji na przykładzie KWB „Turów"

Aby można przejść do fazy projektowania i harmonogramowania produkcji górniczej muszą być wcześniej zamodelowane struktura, jakość, zasoby złoża oraz geometria wyrobisk górniczych. Informacje wykorzystywane podczas projektowania i harmonogramowania można podzielić na dwie grupy:

- dane podstawowe zgromadzone w Bazie Danych Geologicznych,
- informacje graficzne w postaci cyfrowych map oraz modeli.

Baza danych geologicznych

Baza danych zawiera tablice skonfigurowane i wypełniane danymi przez użytkowników oraz tablice stworzone przez istniejące oprogramowanie. Wszystkie tablice uzupełniane są na bieżąco przez odpowiednie działy KWB Turów zgodnie ze swoimi uprawnieniami.

W bazie danych gromadzone są informacje o:

- budowie geologicznej złoża,
- współrzędnych otworów badawczych,
- współrzędnych punktów stwierdzeń uskoków,
- wynikach pomiarów sieci kontrolno-pomiarowych,
- parametrach jakościowych węgla,
- parametrach hydrogeologicznych,
- parametrach geologiczno-inżynierskich,
- wielkości zasobów itp.

Cyfrowe mapy i modele

Do tej grupy danych zaliczamy:

- modele strukturalne złoża,
- górniczą mapę wyrobiska,
- modele projektowanego sposobu udostępnienia i eksploatacji złoża,
- mapy strukturalne poziomów eksploatacyjnych,
- modele miąższości piętra eksploatacyjnego i miąższości kopaliny w piętrze,
- modele jakości w piętrach eksploatacyjnych.

Część z wymienionych źródeł informacji powstaje poza Działem Technologii Górniczej, odpowiedzialnym za projektowanie i harmonogramowanie produkcji. Wobec tego konieczną jest sprawna wymiana informacji, którą zapewnia ZSZI.

Struktura przepływu informacji w procesie projektowania i harmonogramowania produkcji

Każdy z działów kopalni wyposażony jest w odpowiedni sprzęt komputerowy. Łączność pomiędzy poszczególnymi działami jest możliwa dzięki sieci, która łączy je między sobą oraz każdy dział z bazą danych. Zasady dostępu do informacji zdefiniowane są tak, by mogły z nich korzystać i je zmieniać wyłącznie osoby do tego uprawnione.

Głównym motorem przepływu informacji jest baza danych. Informacje w niej zawarte wykorzystywane są w procesie generowania materiałów źródłowych dla projektowania i harmonogramowania produkcji oraz w trakcie samego projektowania, harmonogramowania i wyboru optymalnego wariantu rozcięcia złoża.

Dział Geologiczny, korzystając z informacji zawartych w bazie danych, wykonuje modele struktury złoża. Aktualizowane są one wraz z dopływem nowych informacji o złożu. Aktualne modele przechowywane są na serwerze, co umożliwia dostęp do nich pozostałym uprawnionym służbom kopalni. Na serwerze udostępniona jest również górnicza mapa cyfrowa wyrobiska, aktualizowana co miesiąc przez Dział Mierniczy. Opisane źródła informacji wykorzystuje Dział Technologii Górniczej. Na ich podstawie powstają tam modele poziomów eksploatacyjnych, mapy strukturalne pięter, modele miąższości pięter oraz miąższości węgla w piętrach eksploatacyjnych. Udostępniane są one w obrębie Działu Technologii Górniczej. Na ich bazie powstają projekty i harmonogramy eksploatacji, spośród których, przy użyciu dedykowanych procedur, wybierany jest optymalny wariant postępu wydobycia. Informacje dotyczące poszczególnych projektów i harmonogramów przechowywane są w bazie danych, co pozwala na szybką analizę wyników i w konsekwencji wybór wariantu optymalnego.

Procedura projektowania i harmonogramowania produkcji

W celu określenia wielkości wydobycia kopaliny i skał płonnych z poszczególnych pięter, informacje geologiczne wymagają korelacji ze strukturą projektowanego sposobu udostępnienia i eksploatacji złoża. Podstawową informacją na etapie projektowania jest zawartość kopaliny i skał towarzyszących w piętrze eksploatacyjnym, jakości złoża oraz jego lokalizacja. W Dziale Technologii Górniczej informacja ta jest uzyskiwana przy pomocy pakietu I/Mine firmy GMSI oraz pakietu SoftMine firmy PRGW Sosnowiec, który powstał przy uwzględnieniu specyficznych warunków eksploatacji złoża.

W pierwszym etapie powstaje model geometryczny projektowanego sposobu udostępnienia i eksploatacji złoża. Składa się on z modeli wyrobisk eksploatacyjnych istniejących i projektowanych. Wyrobiska eksploatacyjne są na ogół przywiązane do pięter eksploatacyjnych. Modele powierzchni pięter wykonywane są w oparciu o górniczą mapę kopalni, modele strukturalne i jakościowe złoża oraz wyznaczone granice eksploatacji. Dane dla każdej powierzchni poziomu wprowadzone zostają do pliku projektowego *.dgn programu MicroStation. Modelowanie wykonuje się przy użyciu aplikacji Modeller z pakietu I/Mine 2000, w środowisku graficznym MicroStation. Aktualizacja modeli odbywa się w Dziale Technologii Górniczej w oparciu o nowe informacje udostępniane przez Dział Mierniczy i Dział Geologiczny. Dzięki programowi wsadowemu IML, działającemu w obrębie aplikacji Modeller, z istniejących modeli geologicznych i poziomów powstają modele miąższości poszczególnych pokładów w obrębie pięter eksploatacyjnych. Następnie są one sumowane tworząc całościowy model miąższości węgla w piętrze.

W kolejnym etapie modelowane są parametry jakościowe kopaliny w piętrach. Dane wejściowe dla tych modeli, wyniki badań próbek rdzeni z otworów wiertniczych, zgromadzono w tablicach bazy danych. Pozyskiwanie danych odbywa się przy użyciu programu „Jakość", który jest elementem pakietu SoftMine PRGW Sosnowiec. Pobiera on z bazy danych wartości parametrów jakościowych oraz oblicza ich średnie ważone w obrębie pięter eksploatacyjnych. Uzyskane wyniki program przenosi do środowiska graficznego MicroStation. Na podstawie obliczonych i przeniesionych do grafiki średnich ważonych parametrów, przy użyciu aplikacji I/Mine Modeller, sporządzany jest cyfrowy model wybranego parametru jakościowego węgla w dowolnym piętrze.

Jako podkład w procesie projektowania i harmonogramowania produkcji wykorzystywane są cyfrowe mapy strukturalne poziomów eksploatacyjnych. Pozwalają one na analizę budowy geologicznej w obrębie piętra eksploatacyjnego i projektowanie produkcji z jej uwzględnieniem. Na mapach zgromadzono niektóre informacje dotyczące budowy geologicznej oraz informacje technologiczne.

Spośród informacji geologicznych mapy zawierają:

- linie intersekcyjne uskoków na poziomach (intersekcja modeli uskoków z modelem poziomu przy użyciu aplikacji I/Mine Modeller),
- linie intersekcyjne spągów i stropów poszczególnych pokładów na poziomach (intersekcja modeli pokładów z modelem poziomu przy użyciu aplikacji I/Mine Modeller),
- izopachyty pięter eksploatacyjnych,
- izopachyty kopaliny w piętrach.

Informacje technologiczne na mapach to:

- warstwice poziomów eksploatacyjnych,
- wyrobiska górnicze istniejące,
- wyrobiska górnicze projektowane.

Projektowanie eksploatacji odbywa się w środowisku graficznym MicroStation przy użyciu aplikacji Mine Design z pakietu CADSmine firmy GMSI (RPA). Celem projektowania jest podział złoża na panele eksploatacyjne, w obrębie których przewidziano harmonogramowanie produkcji. W ramach projektowania, każde piętro dzielone jest na panele eksploatacyjne z liniami centralnymi. Panel eksploatacyjny określa zasięg eksploatacji przy założonej szerokości zabierki, zaś linia centralna określa kierunek eksploatacji w obrębie panelu. Tak przygotowane i uporządkowane informacje pozwalają na harmonogramowanie produkcji.

Na wstępie harmonogramowania, przy użyciu aplikacji Scheduler z pakietu CADSmine, potwierdza się zdefiniowane podczas projektowania kierunki eksploatacji oraz określona zostaje kolejność wybierania. Informacje te są wprowadzone do wewnętrznej bazy danych. Długość zabierki uzależniona jest od czasu eksploatacji i postępu robót. Inerwały czasowe eksploatacji definiowane są w kalendarzach harmonogramowania, oddzielnych dla każdego piętra. Podczas tworzenia kalendarzy do wprowadzanych interwałów czasowych dołączone są informacje dotyczące postępu urządzeń urabiajacych oraz przerw związanych z remontami. Wprowadzany jest średni postępem urządzenia urabiającego pracującego w określonym wyrobisku. Przerwy remontowe zdefiniowane są zgodnie z planami remontów. W konsekwencji, na podstawie zdefiniowanych parametrów, panele powstałe podczas projektowania eksploatacji podzielone zostają na zabierki

Wykreślanie zabierek odbywa się osobno dla każdego poziomu i w osobnych plikach projektowych. Zabierki zwizualizowano jako poligony w plikach projektowych, w środowisku graficznym MicroStation. Wykreślone w opisany sposób zabierki zawierają symbole, daty

rozpoczęcia eksploatacji w danej zabierce, co pozwala na ich identyfikację przez program Reserver. Program Reserver oblicza:

- objętość zabierki,
- objętość i masa węgla w zabierce.
- parametry jakościowe węgla w zabierce: wilgoć w węglu w stanie roboczym (W^r), popiół w stanie suchym (A^d), popiół w stanie roboczym (A^r), siarka całkowitej (S_t), wartość opałowa w stanie roboczym (Q^r_I).

Do obliczeń wykorzystane są modele modele miąższości i jakości kopaliny w piętrach.

Przy pomocy programu Reserver następuje połączenie informacji o wielkości zabierki z odpowiednimi modelami. Program umożliwia operacje obliczeniowe na modelach, a wyniki obliczeń umieszczane są w bazie danych.

Praca z programem przebiega w dwóch etapach.

1. W etapie pierwszym Reserver sczytuje z pliku graficznego współrzędne wierzchołków elementu przedstawiającego zabierkę i zapamiętuje je w bazie danych.
2. W etapie drugim następuje połączenie informacji zawartej w modelach z odpowiednimi obszarami zabierek, a także wykonanie operacji matematycznych na modelach np. objętość to iloczyn miąższości zapisanej w modelu z powierzchnią zabierki zapisaną w bazie danych.

Oprócz parametrów ilościowych i jakościowych dla obszaru zabierki, do odpowiednich tablic bazy danych wprowadzane zostają informacje dodatkowe, takie jak nazwa poziomu eksploatacyjnego z którego wybierana będzie zabierka, nazwa pracującej koparki przyporządkowanej do poziomu etc.

Kolejnym krokiem jest wyznaczenie takich postępów eksploatacji w zdefiniowanych przedziałach czasowych by ilość i jakość węgla przeznaczonego do wybrania była jak najbardziej zbliżona do oczekiwanej. Operację tę umożliwia element pakietu SoftMine. Jeżeli zaprojektowane zabierki spełniają oczekiwania tzn. uzyskane wartości znajdują się w dopuszczalnych granicach, następuje przeniesienie informacji z tablic Reservera do tablic podstawowych bazy danych.

W sytuacji gdy wartość uzyskana wybiega poza granice tolerancji, operacje projektowania i harmonogramowania powtarzane są do uzyskania oczekiwanego efektu. Cykl ten jest powtarzany aż do momentu, kiedy różnica pomiędzy wartością oczekiwaną a wartością obliczeniową zostanie zaakceptowana przez projektującego i kierownictwo kopalni. Po wykonaniu tych operacji przy pomocy odpowiedniej procedury wyniki są przenoszone do bazy danych.

Do tworzenia raportów opisujących zabierki wykorzystuje się specjalnie do tego celu napisane arkusze raportowe, stanowiące element pakietu SoftMine. Uzyskane wyniki przedstawiane są na mapach harmonogramowania, zawierających oprócz informacji sytuacyjno wysokościowych kontury zabierek wraz z parametrami ilościowymi i jakościowymi.

Wdrożenie Zintegrowanego Systemu Zarządzenia Informacją w KWB „Turów", którego jądrem jest relacyjna baza danych (SQL Serwer), spowodowało zmianę organizacji przepływu informacji w obrębie pionu górniczego kopalni. Istniejący wcześniej system personalnej wymiany dokumentów analogowych został zastąpiony wymianą danych za pośrednictwem sieci w architekturze client-server. W systemie zainstalowano mechanizmy bezpieczeństwa bazujące na zabezpieczeniach Windows NT, SQLServer i narzędzi typu CheckPoint.

System został zainstalowany w kopalni w momencie uświadomienia sobie przez zarząd sytuacji, w której wobec istnienia bardzo dużej, pochodzącej z różnych źródeł ilości informacji, bez wspomagania rozwiązaniami informatycznymi, kopalnia stoi przed zagrożeniem utraty ciągłości produkcji. Wprowadzenie systemu spowodowało uporządkowanie danych, prawidłową ocenę jakości danych, wyższą jakość analiz i możliwość wariantowego przedstawiania modeli ilościowych i jakościowych o złożu, oddziaływaniu na środowisko, produkcji górni-

czej. Działania w obszarze planowania produkcji i jej symulacji, były poprzednio nieosiągalne na poziomie oczekiwanym przez zarząd. Obecnie zanotowano w związku z wdrożeniem systemu oszczędności, wielokrotnie przekraczające koszty budowy systemu.

Podsumowanie

Od kilku lat prowadzone są prace zmierzające do integracji przepływu informacji dla uzyskaniu efektu w postaci Zintegrowanego Systemu Zarządzania Informacją umożliwiającego optymalizację wydobycia kopaliny. Prace te prowadzone są przy współpracy ośrodków krajowych i zagranicznych. Jedynym jak dotychczas miejscem w Polsce, gdzie udało się urzeczywistnić te projekty jest kopalnia węgla brunatnego „Turów".

W kopalni „Turów" prace nad wdrożenie Systemu Zarządzania Informacją zostały doprowadzone do punktu, w którym sporządzono w oparciu o numeryczny model złoża projekt eksploatacji aż do jej zakończenia, wraz z modelowaniem składowania wewnętrznego nadkładu. W efekcie kopalnia uzyskała wymierne efekty finansowe. Jak podają autorzy opracowania „Technologiczne przygotowanie eksploatacji złoża węgla brunatnego „Turów" [Kaczarewski, Sołowczuk 2002], uzyskano znaczne oszczędności „...dzięki redukcji dotychczasowych zamierzeń inwestycyjnych, takich jak: budowa trzeciej zwałowarki ZHOT-11500 i przewidzianego dla niej ciągu przenośników, czy też rezygnacja z budowy dużej pompowni T-II/5...". Koszt jednej zwałowarki to ok. 70 mln zł, koszt 1 km przenośnika to ok. 6 mln zł (1USD = 4,1 zł). Kolejnymi krokami powinny być prace, które zintegrują przepływ informacji w obrębie pionu planowania górniczego z pionami eksploatacji górniczej, a docelowo z pionem ekonomicznym.

Literatura

[1] Kaczarewski T. Kuś R. 1999: Optymalizacja zarządzania produkcją przy wykorzystaniu narzędzi informatycznych. Materiały konferencji „Optymalizacja wydobycia kopalin przy wykorzystania technik informatycznych", Bogatynia.
[2] Kaczarewski T, Sołowczuk M. 2002: Węgiel Brunatny, Stowarzyszenie Producentów Węgla Brunatnego.

The Integrated Production Management System in Mining Companies

Abstract

The paper presents the comments on the advantages of implementing the integrated system of managing mining exploitation in hard coal mines, as well as a comprehensive integration of information on the process of deposit exploitation with economic data, so as to achieve an optimum technical and economic effect.

The principles of constructing the production management system have been presented, thanks to which the management boards are provided with a verified technical and economic image of a mining company via information technology. The strategic direction of a company operation may be verified currently according to the external conditions changing in time (the information on the deposit, force majeure events, changing expectations of the recipients, etc.).

Recenzent: prof. dr hab. inż. Roman Magda

Mat. Konf. Szkoły Eksploatacji Podziemnej 2003, str. 55–64

Adam MENDAKIEWICZ, Michał RUPALA, Leszek WACHELKA
Przedsiębiorstwo Robót Geologiczno-Górniczych Sp. z o. o., Sosnowiec

Modelowanie wpływu eksploatacji górniczej na środowisko z wykorzystaniem górniczych systemów informatycznych na przykładzie kopalni odkrywkowej

Słowa kluczowe

węgiel brunatny - system informatyczny - bazy danych - hydrogeologia - osuwiska - osiadania

Streszczenie

W artykule przedstawiono opis budowy centralnego systemu zarządzania informacją opartego na centralnej bazie danych na przykładzie kopalni odkrywkowej KWB Turów. Przedstawiono korzyści jakie daje integracja informacji i środowisk graficznych w obrębie systemu dla modelowania wpływu eksploatacji na środowisko. Opisano sposób tworzenia modelu hydrogeologicznego kopalni, przestrzennego modelu osiadań i przemieszczeń oraz obliczeń stateczności zboczy przy wykorzystaniu wdrożonego systemu informatycznego.

1. Wstęp

Ocena wpływu eksploatacji górniczej na środowisko wymaga analizy szeregu zmiennych w czasie zjawisk, między innymi warunków hydrogeologicznych, przemieszczeń pionowych i poziomych górotworu, stateczności skarp. Zjawiska te uzależnione są od wielu czynników i opisywane są wieloma parametrami zmieniającymi się w sposób dynamiczny. Bardzo istotnym jest więc w tych warunkach precyzyjność analiz i szybkość reagowania na występujące zagrożenia dla środowiska. Możliwe staje się to po wdrożeniu zintegrowanych systemów informatycznych opartych na centralnej bazie danych.

Niniejszy artykuł jest wynikiem doświadczeń Przedsiębiorstwa Robót Geologiczno-Wiertniczych Sp. z o. o. w Sosnowcu w zakresie wdrażania kompleksowych systemów informatycznych wspomagających geologiczno-górniczą działalność kopalń W artykule przedstawiono praktyczne możliwości jakie daje centralny system informatyczny dla analizy zagadnień związanych z ochroną środowiska na przykładzie KWB „Turów".

2. Opis systemu informatycznego w kopalni

Górniczy system informatyczny wdrożony i funkcjonujący w kopalni węgla brunatnego „Turów" oparty jest na cyfrowej relacyjnej bazie danych skonfigurowanej w obrębie SQL

Servera firmy Microsoft. Baza danych powstała w roku 1998 i przeznaczona była początkowo na potrzeby Działu Geologicznego kopalni [Wachelka L i in. 1999]. Z czasem, w miarę dochodzenia do niej nowych informacji, nie tylko geologicznych, przekształciła się w Górniczo-Geologiczną Bazę Danych (BDG), a z jej zasobów korzystają obecnie wszystkie działy pionu górniczego. W chwili obecnej zawiera ona ponad 7 milionów informacji obejmujący zagadnienia geologiczne, geomechaniczne, miernicze i technologiczne. Informacje w niej przechowywane są autoryzowane przez uprawnionych pracowników kopalni i uzupełniane na bieżąco. Stanowią one podstawę tworzenia przez wszystkie działy kopalni tematycznych modeli i map oraz wykonywania obliczeń. Baza danych stanowi jednostkę centralną skąd czerpane są wszystkie dane

Drugim elementem systemu informatycznego są cyfrowe mapy wyrobisk górniczych i podziemnych, zwałowiska wewnętrznego i zewnętrznego. Zostały one opracowane w środowisku Mapping Office firmy INTERGRAPH i programu MicroStation firmy BENTLEY.
Powstały w oparciu o:

- mapy tradycyjne,
- istniejące współrzędne punktów,
- wybrane informacje zamieszczone w BDG.

Mapy tradycyjne, wykonane na nośnikach papierowych, zostały zeskanowane i skalibrowane a następnie wszystkie elementy stanowiące treść mapy przeniesiono do pliku projektowego MicroStation na odpowiedniej rzędnej [Bąk, Kaczarewski 2003]. Trójwymiarowość pozwala weryfikować wprowadzane współrzędne obiektów graficznych przy pomocy wdrożonych w obrębie systemu programów.

Jednym z elementów mapy są dane dotyczące otworów geologicznych, punktów sieci przestrzennej, sieci lokalnych oraz punktów sieci niwelacyjnej Punkty sieci lokalnych obserwowane są okresowo metodami GPS lub tradycyjnymi. Wszystkie wyniki obserwacji oraz dane o lokalizacji otworów geologicznych umieszczone zostały w BDG skąd pozyskiwane są do środowiska graficznego specjalnie napisanymi programami. Punkty sieci przestrzennej (SKP) oraz niwelacyjnej są wykorzystywane do analiz przemieszczeń górotworu

Baza danych, pliki projektowe MicroStation oraz modele cyfrowe zgromadzone są na głównym serwerze kopalni, z którego, poprzez połączenia sieciowe, pobierane są przez stacje robocze (komputery na stanowiskach roboczych) wszystkie potrzebne informacje zgodnie z posiadanymi uprawnieniami. Na stacjach roboczych wykonywane są czynności związane z obróbką danych, przygotowywaniem map i modeli, tworzeniem raportów i zestawień, które są następnie składowane na serwerze. Do tego celu służą wdrożone w kopalni programy specjalistyczne, są to między innymi wykorzystywane do modelowania zagrożeń:

- SoftMine (pakiet programów firmy PRGW),
- I\Mine2000 (pakiet firmy GMSI - RPA) w skład którego wchodzą m.in.: Modeller do modelowania powierzchni, Logger do kreślenia profili otworów wiertniczych,
- SLOPE/W (program firmy Geoslope - Kanada) przeznaczony do obliczeń stateczności zboczy,
- VisualMODFLOW (program firmy WHI - Kanada) przeznaczony do modelowania hydrogeologicznego.

Przeznaczeniem tworzonego w PRGW pakietu SoftMine jest przede wszystkim integracja systemu informatycznego z obsługą Górniczo-Geologicznej Bazy Danych.

W tak przygotowanym systemie, który łączy pracę wielu działów kopalni, możliwa jest wielostronna analiza, przez wyspecjalizowane służby, wszystkich danych, pozwalająca modelować i monitorować wpływ działalności górniczej na środowisko.

3. Modelowanie wpływu eksploatacji na środowisko

3.1. Wpływ eksploatacji na odwodnienie terenu

Działalność górnicza kopalni odkrywkowej związana jest z procesem odwodnienia górotworu i zmianą poziomu zwierciadła wody oraz osiadaniem terenu. Zagadnienia te były przedmiotem dwóch kompleksowych wdrożeń w kopalni i wykonanych opracowań. Pierwsze z nich [Wachelka i in. 2001] obejmowało m.in. precyzyjną analizę zmian wartości ciśnień piezometrycznych w związku z koniecznością ich korelacji z wartościami osiadań powierzchni terenu. Drugie [Siata i in. 2001] w całości poświęcone było modelowi warunków hydrogeologicznych w rejonie złoża eksploatowanego przez Kopalnię. Pod pojęciem modelu rozumie się tutaj model przestrzenny, odzwierciedlający geometrię warstw hydrogeologicznych oraz zbudowany na jego podstawie model numeryczny.

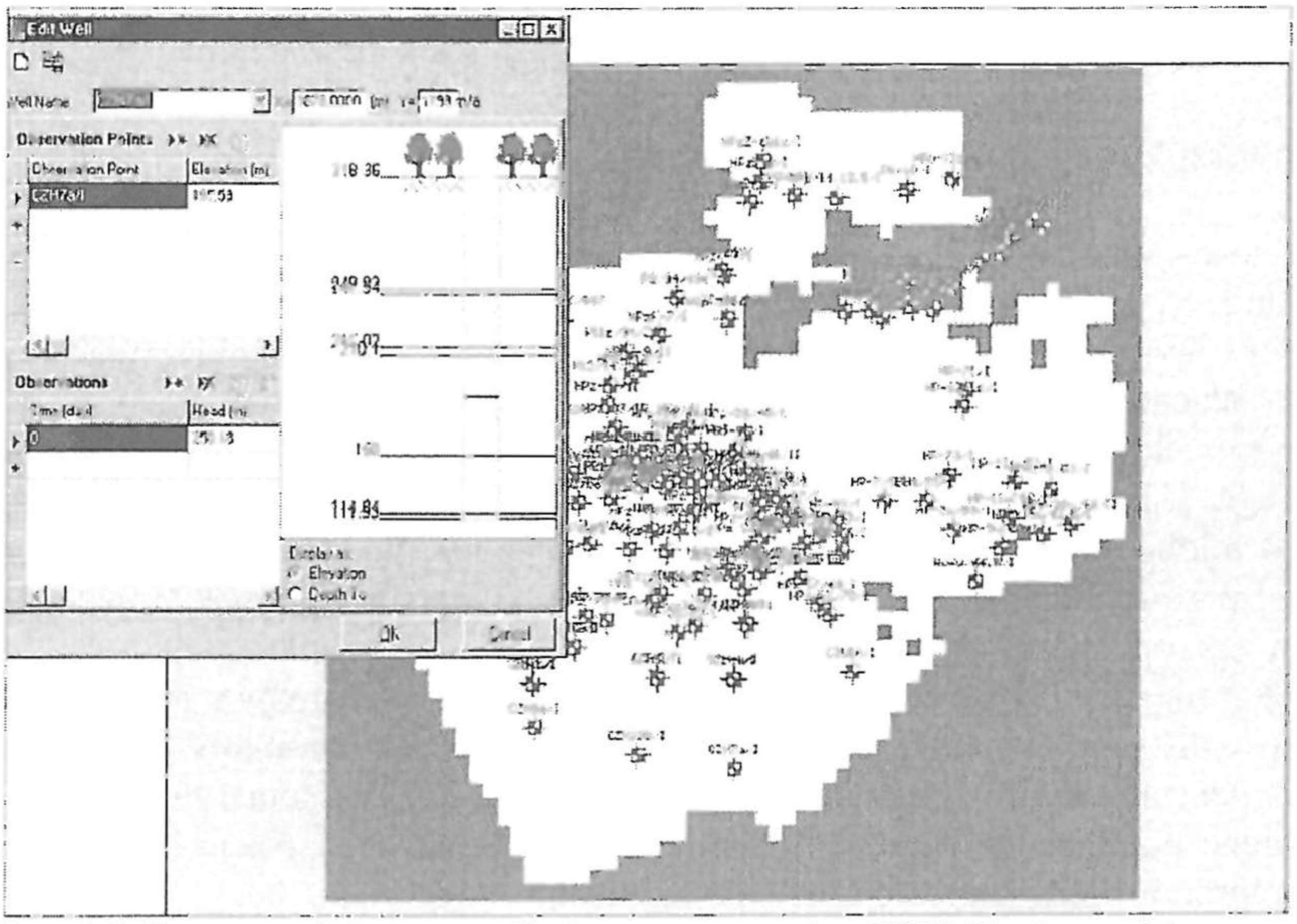
Analizę zmian ciśnień piezometrycznych wykonano dla poziomów wodonośnych mających największy wpływ na wielkość osiadań. Pod uwagę wzięto czasokres charakteryzujący się największą ilością pomiarów piezometrycznych, przypadający na lata 1992 – 1998. Wszystkie dostępne dane poddano uproszczonej analizie statystyczno-przestrzennej, przede wszystkim w celu wyeliminowania obserwacji niewiarygodnych.

Przetworzone i zweryfikowane dane wykorzystane zostały następnie do budowy cyfrowych modeli przestrzennych ilustrujących zmiany ciśnień piezometrycznych w poszczególnych poziomach wodonośnych. Modele te wykonane zostały w oprogramowaniu Modeller w środowisku MicroStation. Dzięki nim możliwe jest uzyskanie informacji o zmianie ciśnienia piezometrycznego w dowolnym punkcie modelowanego obszaru dla określonego w latach przyrostu czasu. [Wachelka i in. 2001]

Przy wykorzystaniu danych zawartych w BDG opracowany został cyfrowy model przestrzenny kompleksów hydrogeologicznych. Został on wykonany przy wykorzystaniu aplikacji Modeller pracującej w środowisku MicroStation. Składa się on z powierzchni ograniczających poszczególne poziomy wodonośne oraz kompleksy uznane za izolujące (zwanych umownie powierzchniami strukturalnymi). Głównym celem budowy modelu przestrzennego złoża KWB „Turów" było wykonaniu na jego podstawie modelu numerycznego [Siata i in. 2001].

Opisywany model numeryczny wykonany został w środowisku VisualMODFLOW (VMOD), gdyż program MODFLOW uznawany jest tak w kraju, jak i na świecie za najbardziej wiarygodne i uniwersalne narzędzie do modelowania hydrogeologicznego [Gurwin i in. 1994].

Punktem wyjścia do budowy modelu numerycznego był model przestrzenny. Wyinterpretowane powierzchnie strukturalne, zostały bezpośrednio zaimportowane do środowiska VMOD. Kolejnym krokiem było stworzenie odpowiednich procedur (zapytań) pobierających z BDG niezbędne dla modelu zestawy danych dotyczące obserwacji piezometrycznych oraz studni drenażowych (rys. 3.1).Dane te obejmowały: lokalizację (współrzędne X, Y, Z), nazwę, interwał zafiltrowania, uśredniony wydatek dla studni drenażowych oraz uśredniony wynik obserwacji rzędnych zwierciadła wody w przypadku piezometrów. Dzięki procedurom pozyskiwania danych możliwe stało się automatyczne (poprzez import) wprowadzanie ich do modelu, co znacznie skróciło czas jego budowy. Wszystkie pozostałe parametry modelu oraz warunki brzegowe określone zostały w sposób indywidualny. Największym problemem było określenie wartości współczynników filtracji k poszczególnych kompleksów wodonośnych oraz modelowanych stref uskokowych.



Rys. 3.1. Dostępna sieć obserwacji piezometrycznych w KWB Turów modelowana w środowisku Modflow

Fig. 3.1. Available piezometric observations network in KWB Turow modeled in Modflow environment

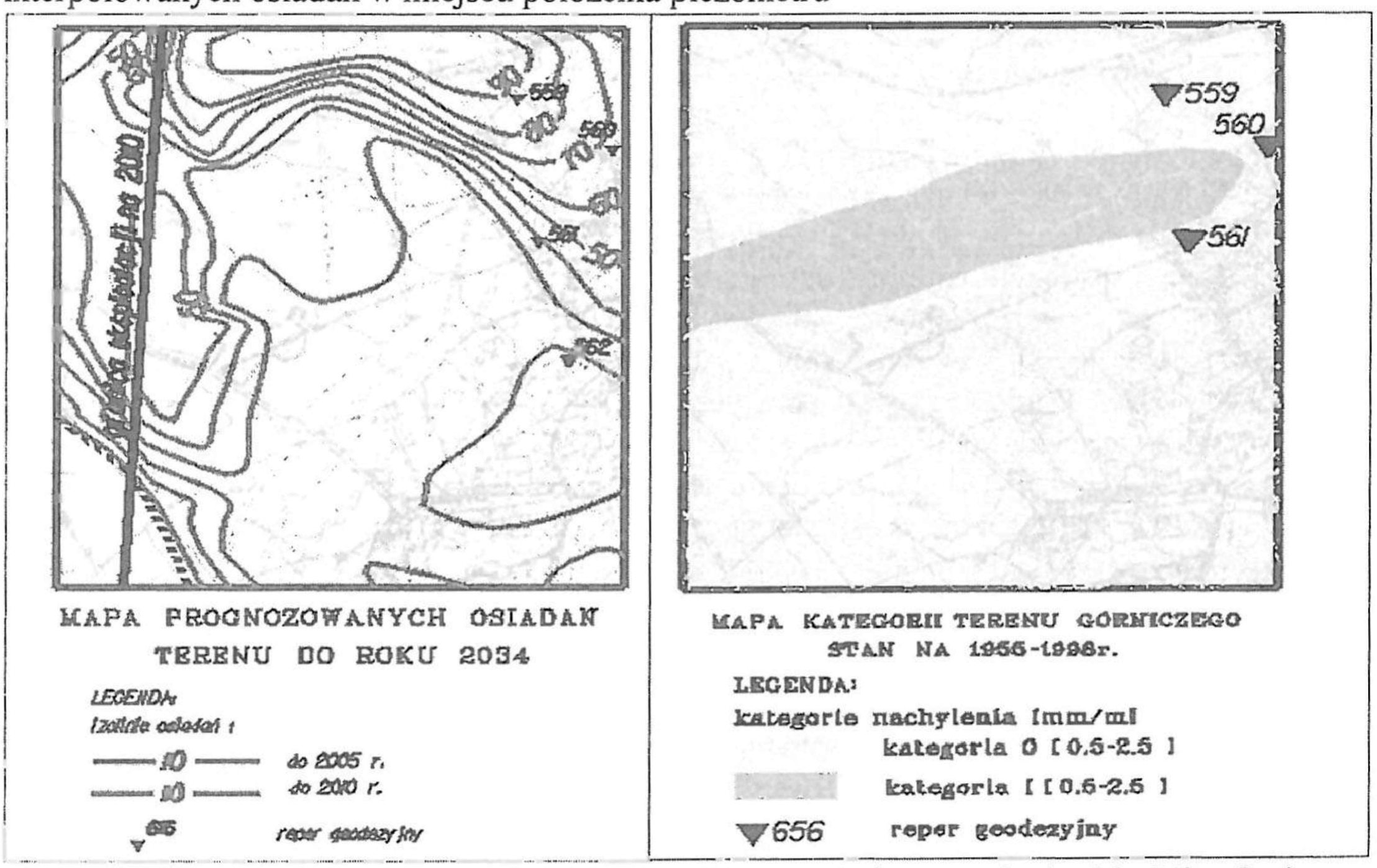
Przedmiotowy model wykonano jako w pełni 3D, przy założeniu, że wyinterpretowane kompleksy hydrogeologiczne (wodonośne i izolujące) są jednorodne i anizotropowe ($k_x = k_y \neq k_z$). Ze względu na stosunkowo słabe rozpoznanie tego parametru (zwłaszcza w przypadku utworów izolujących) realizowane zadanie miało charakter tzw. modelowania odwrotnego, czyli szacowania wartości współczynników filtracji przy znanym rozkładzie wartości wysokości hydraulicznej poszczególnych poziomów wodonośnych oraz wielkości dopływów do środków odwadniania Kopalni. W końcowym etapie kalibracji modelu użyto oprogramowania do automatycznej kalibracji WinPEST for VMOD, które pozwala także na analizę wrażliwości (czułości) modelu. Model kalibrowano zarówno do obserwowanego w piezometrach rozkładu ciśnień piezometrycznych jak i podanych przez Kopalnie wielkości dopływów wód z poszczególnych poziomów wodonośnych do urządzeń odwadniania. Uzyskane wyniki uznano za dostateczne w granicach dopuszczalnego błędu.

Jako efekt końcowy uzyskano deterministyczny model numeryczny dla warunków ruchu ustalonego, odpowiadający stanowi eksploatacji na koniec lat 90-tych. Opracowany model należy uznać za kompleksowy, tzn. obejmujący praktycznie cały teren górniczy Kopalni (ponadto tereny przygraniczne), uwzględniający wpływ tektoniki uskokowej i występowanie wszystkich kompleksów hydrogeologicznych. Mimo pewnych uproszczeń wynikających z samej struktury modelu oraz ograniczeń programowych, model w dostateczny sposób odtworzył warunki rzeczywiste.

Korzyści ogólne z wykonania hydrogeologicznego modelu numerycznego polegają przede wszystkim na głębszym zrozumieniu wpływu poszczególnych czynników na procesy hydrogeologiczne oraz ich wzajemnych relacji w obrębie bardzo skomplikowanego systemu. Niewątpliwą zaletą modeli numerycznych jest możliwość analizowania danego procesu w różnych wariantach a także wykonywania prognoz rozwoju leja depresji i modelowania niecki osiadań.

3.2. Prognoza wielkości osiadań na przedpolu kopalni

Numeryczny model hydrogeologiczny kopalni pozwolił sporządzić prognozę wielkości osiadań na koniec eksploatacji. Podstawą jej prognozy jest ustalona matematyczna zależność osiadań od zmian ciśnień piezometrycznych oraz miąższości warstw przepuszczalnych poszczególnych poziomów wodonośnych. Opracowanie tej zależności w sposób teoretyczny napotyka na wiele trudności wynikających z różnorodności czynników wpływających na wielkość osiadania, zmienności w czasie parametrów geotechnicznych skał, a także problemami z modelowaniem depresji, a zwłaszcza z jej prognozą. Biorąc pod uwagę powyższe spostrzeżenia została zastosowana metoda dopasowania wyników pomiarów do obliczeń polegającą na wyprowadzeniu teoretycznego równania i skorygowaniu go współczynnikiem wyznaczonym doświadczalnie na podstawie korelacji. Wielkości punktowe parametrów potrzebnych do korelacji pobrano z wykonanych w sposób ciągły modeli cyfrowych, które umożliwiają określenie interpolowanych rzędnych zwierciadeł wody w miejscu pomiaru niwelacji oraz obliczenie interpolowanych osiadań w miejscu położenia piezometru



Rys. 3.2. Mapa prognozowanych osiadań i kategorii terenu górniczego w środowisku MicroStation
Fig. 3.2. The map of expected subsidence and categories of mining area in MicroStation environment

W celu ułatwienia obliczeń przygotowano specjalne programy i procedury działające w środowisku programów Modeller i Excel pozwalające automatyzować obliczenia współczynników korelacyjnych oraz obliczać prognostyczne wielkości osiadań i tworzyć mapy osiadań samodzielnie przez pracowników kopalni (rys. 3.2). Narzędzia te zostały wdrożone w kopalni, dzięki czemu możliwe stało się szybkie wykonywanie analiz w przypadku zmiany parametrów lub pozyskania nowych danych. Takie rozwiązanie pozwala, w zależności od potrzeb, modyfikować np. sieć reperów niwelacji powierzchniowej, lokalizacji urządzeń hydrotechnicznych lub zmiany ich cykla pomiarowego.

4. Monitorowanie zagrożeń powstawania osuwisk

4.1. Analiza wyników pomiarów deformacji powierzchniowych i wgłębnych

Zjawisko powstawania osuwisk jest jednym z największych problemów towarzyszących górnictwu odkrywkowemu. [Rybicki i in. 2000]. W zależności od skali, może mieć wpływ na bezpieczeństwo maszyn i załogi lub nawet na istnienie zakładu górniczego. Największe osuwiska osiągają objętości kilkunastu mln m^3 i przemieszczają się z prędkością nawet kilkudziesięciu metrów na dobę. Nim osuwisko osiągnie takie rozmiary pojawiają się pewne symptomy, które wcześnie wykryte pozwalają podjąć kroki w celu ograniczenia skutków jego powstania. Jednak wczesne wykrycie anomalii wymaga utworzenia spójnego systemu monitorowania i analizowania wszystkich dostępnych informacji mogących mieć związek z powstającym zagrożeniem. Informacjami tymi są obserwacje przemieszczeń założonej sieci punktów pomiarowych na terenie kopalni odkrywkowej i jej przedpolu oraz przemieszczenia wgłębne w inklinometrach.

Wyniki pomiarów są gromadzone w BDG. Dzięki temu możliwa jest szybka analiza przemieszczeń punktów pomiarowych w funkcji czasu z uwzględnieniem analizy trendów i kierunków przemieszczeń. Wartości przemieszczeń przedstawiane są w przejrzysty sposób w środowisku mapy cyfrowej za pomocą wektorów (rys. 4.1). Sporządzane są dwa rodzaje map: mapy do analiz bieżących oraz mapy zawierające syntezę zachodzących zjawisk geotechnicznych wykonywane dla półrocznych okresów sprawozdawczych. Na mapach cyfrowych zawierających kompletne informacje na temat deformacji umieszcza się także szereg elementów mogących ułatwić interpretację zachodzących zjawisk. Najczęściej są to warstwice głównych powierzchni strukturalnych, kierunki i kąty nachylenia tych powierzchni, kąty generalnych nachyleń zboczy, lokalizacje stref zawodnionych, poziomy zwierciadeł wody itp. Dzięki zastosowanej technologii cyfrowej mapa jest czytelna pomimo dużej ilości naniesionych informacji, możliwe jest bowiem wyświetlanie jedynie tej warstwy tematycznej, która jest najbardziej interesująca dla użytkownika. Dzięki temu mapa cyfrowa jest doskonałym narzędziem do wizualizacji zagrożenia.

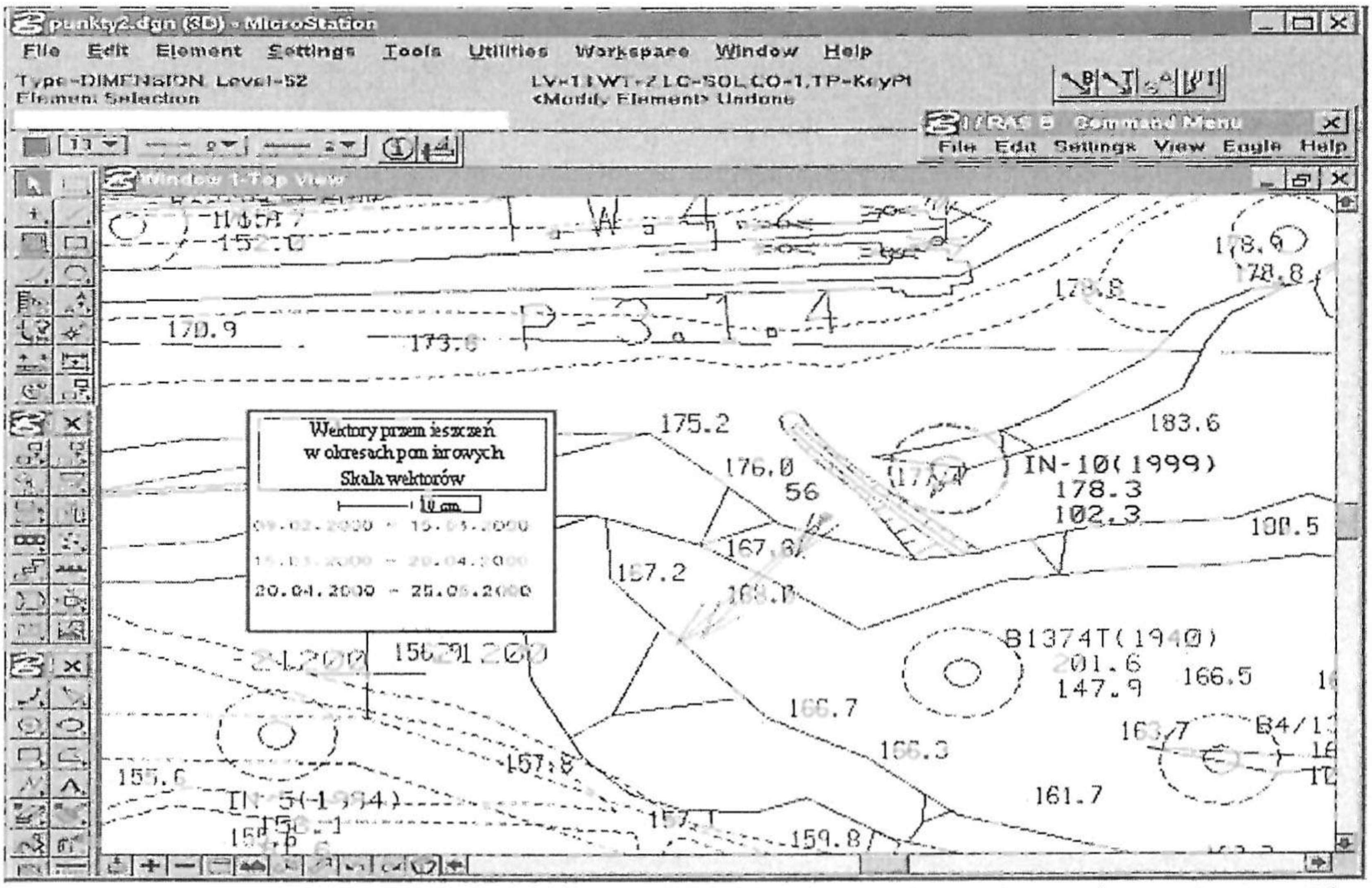
KWB „Turów" posiada dla rejonów o szczególnym znaczeniu gęstą sieć reperów SKP, umożliwiającą określenie:

- zasięgu deformacji,
- kierunku rozprzestrzeniania deformacji,
- wartości przemieszczeń,
- średniej prędkości przemieszczeń.

Wyniki analiz przedstawia się na wykresach, które obrazują wielkość oraz dynamikę deformacji w czasie.

W KWB „Turów" pomiary wgłębnych przemieszczeń górotworu wykonuje się aktualnie w ponad 40 inklinometrach w terminach skoordynowanych z pomiarami przemieszczeń powierzchniowych realizowanych w sieciach lokalnych, najczęściej z częstotliwością raz na kwartał. Do pomiarów wykorzystywana jest sonda inklinometryczna SINCO wyposażona w rejestrator elektroniczny, posiadający możliwość bezpośredniego przesyłania wyników pomiarów do komputera w formie standardowych plików danych. Obserwacje te umożliwiają ścisłe określenie tworzących się w górotworze powierzchni odłamów w bardzo wczesnym stadium, co stwarza możliwości odpowiednio wczesnego podejmowania przeciwdziałań powstającym zagrożeniom. Kontrola tych przemieszczeń i wizualizacja dużych ilości danych pozyskiwanych w czasie pomiarów sondą inklinometryczną możliwa jest po odpowiednim

przetworzeniu ich za pomocą specjalistycznych programów komputerowych.



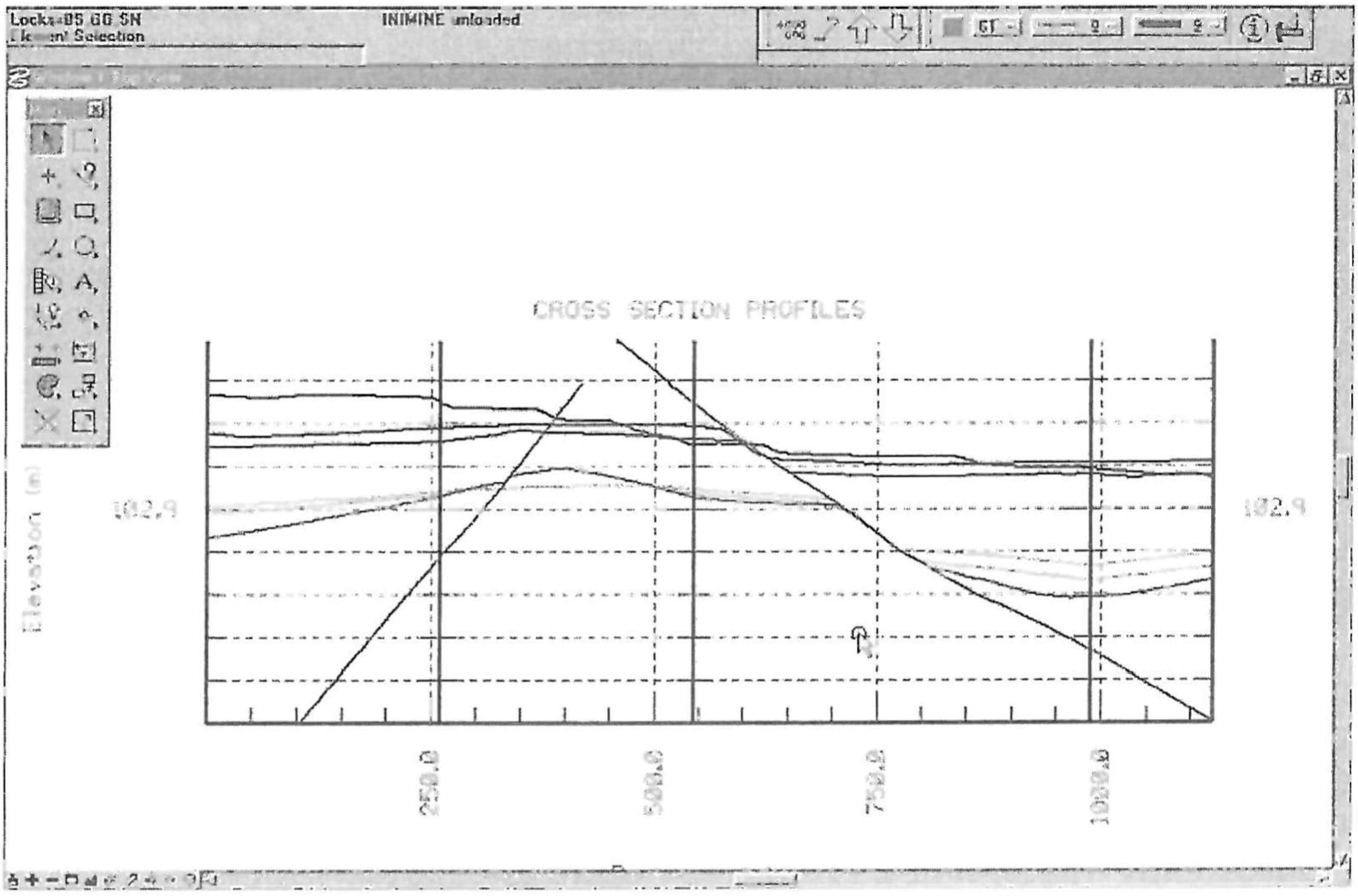
Rys. 4.1. Fragment mapy cyfrowej w środowisku MicroStation z wektorami przemieszczeń reperu 56 i inklinometru IN-10 kreślonymi narzędziem SoftMine Wektor

Fig. 4.1. A part of digital map in MicroStation environment including vectors of bench-mark 56 and inclinometer IN-10 transition drawn with SoftMine Wector tool

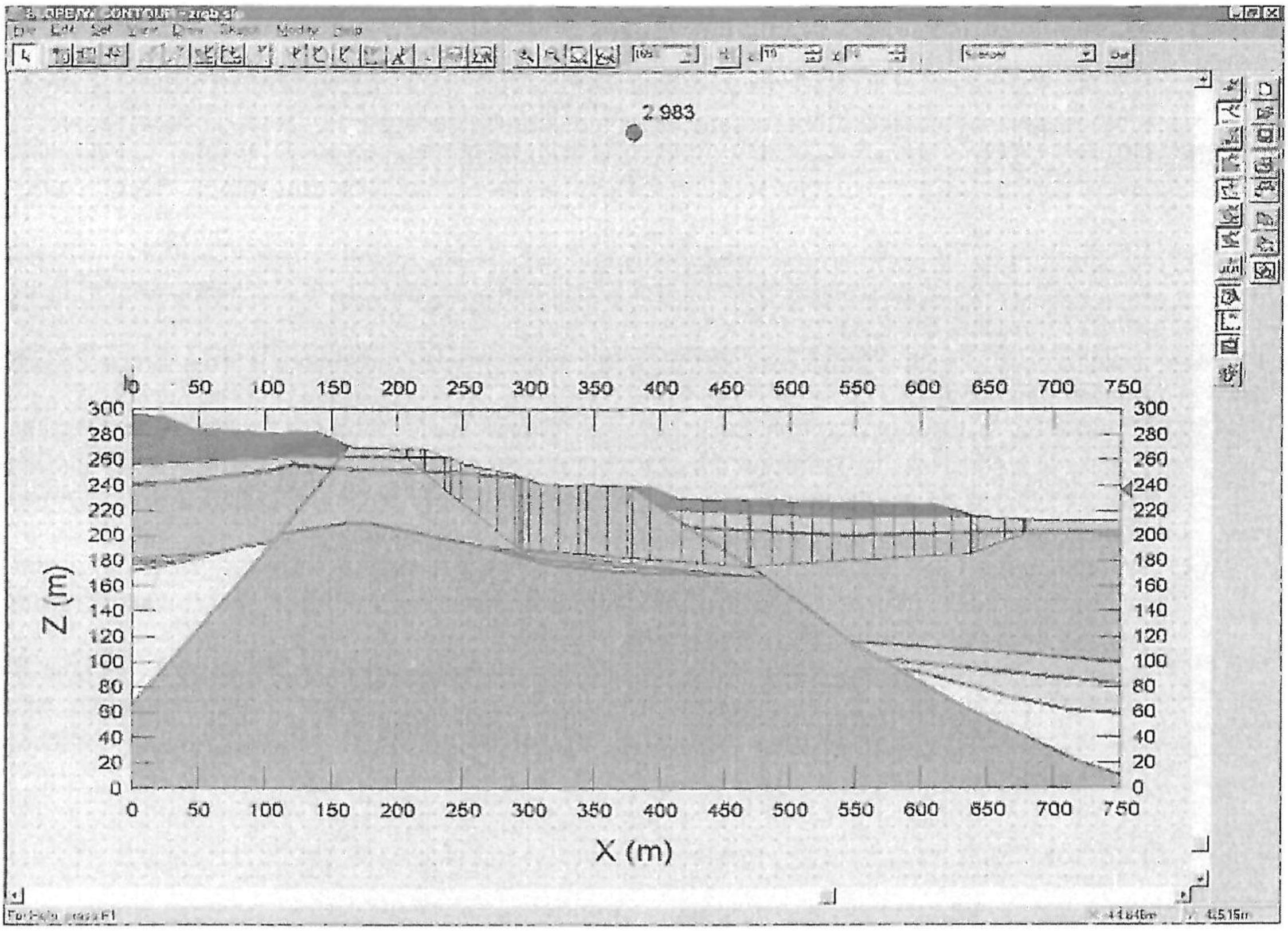
4.2. Integracja środowisk CAD MicroStation i Slope/W wspomagająca obliczanie stateczności zboczy

Możliwość komputerowego obliczania stateczności zboczy pozwala na szybszą i wielowariantową pracę nad predykcją zagrożeń związanych z powstawaniem osuwisk. Najbardziej pracochłonną częścią każdego modelowania jest zazwyczaj wprowadzanie danych. W przypadku programu Slope/W najbardziej czasochłonne jest wprowadzenie geometrii czyli wykreślenie przekroju przez analizowane zbocze odkrywki bądź zwałowiska. Do niedawna odbywało się to w sposób tradycyjny przez zbieranie pikiet z map górniczych i ręczne wprowadzaniu ich współrzędnych do komputera. Ze względu na ilość wprowadzanych punktów istniała możliwość generowania błędów. Dodatkowo mapy wykonywane okresowo często zawierały nieaktualne dane. Obecnie Górniczo - Geologiczna Baza Danych oraz dostępne w wewnętrznej sieci komputerowej cyfrowe mapy górnicze zapewniają łatwy i szybki dostęp do aktualnych informacji. Umożliwia to wykonanie przy użyciu programu lMine Modeller modeli powierzchni terenu i wybranych powierzchni strukturalnych, a także ich systematyczną aktualizację. Cyfrowe, przestrzenne modele powierzchni strukturalnych pozwalają na dostęp nie tylko do danych punktowych w miejscach opróbowania ale także do danych interpolowanych. Pozwala to szybko wykreślić przekrój w dowolnie wybranym miejscu. Niestety jak do tej pory brak jest programów do obliczania stateczności skarp działającego w środowisku MicroStation. Konie-

cznym wiec się stało wykorzystanie sprawdzonego programu do obliczania stateczności zboczy i zintegrowanie go z funkcjonującym na Kopalni systemem CAD. Cel ten osiągnięto tworząc w PRGW aplikację SoftMine - Convert stanowiącą ogniwo pośrednie pomiędzy dwoma środowiskami (rys. 4.2 i 4.3). Dzięki temu udało się pięciokrotnie skrócić czas potrzebny do obliczenia stateczności w jednym przekroju obliczeniowym co ma wielkie znaczenie zwłaszcza dla dużych kopalń odkrywkowych.



Rys. 4.2. Przekrój przez zrąb tektoniczny wykonany programem Imine Modeller
Fig. 4.2. The intersection of tectonic horst made with I mine Modeller program



Rys. 4.3. Przekrój z wyliczonym wskaźnikiem stateczności i naniesioną płaszczyzną poślizgu (program SLOPE/W)

Fig. 4.3. The intersection including calculated stability factor and marked slip plane (SLOPE/W program)

5. Podsumowanie

Wdrożenie i efektywne wykorzystanie systemów informatycznych w górnictwie dla analiz zagrożeń środowiska przynosi praktyczne korzyści. Pozwala ono modelować i monitorować proces zmian w środowisku, analizować przyczyny zmian i kształtować program ochronny środowiska w sposób nieosiągalny tradycyjnymi metodami.

W przypadku dużych i głębokich kopalń odkrywkowych, brak należytej kontroli stateczności zboczy może przyczynić się do powstawania deformacji i osuwisk stanowiących zagrożenie dla życia ludzi, pracujących maszyn i urządzeń. Dzięki wykorzystaniu technik informatycznych, 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] Bąk A., Kaczarewski T. 2003: Optymalizacja pracy służby mierniczej KWB Turów S.A. wynikiem wykorzystania technik informatycznych. Szkoła Eksploatacji Podziemnej,Szczyrk.

[2] Gurwin J. 2001: Metody konwersji modelu w skali regionalnej na model lokalny w wielowarstwowych systemach wodonośnych. W: Współczesne problemy hydrogeologii. Tom 2, Wrocław.

[3] Wachelka L. i in. 2001: Mapa prognozowania deformacji terenu w celu określenia obecnego i przewidywanego wpływu działalności KWB Turów na obiekty w otoczeniu kopalni Praca PRGW (niepublikowana).

[4] Siata E. i in. 2001: Model hydrogeologiczny złoża węgla brunatnego Turów Praca PRGW (niepublikowana).

[5] Rybicki S., Wachelka L., Fułat E., Rupala M., Płonka E., Wiśniewski J., Milkowski D., Dymarski J. 1999: Informatyczne wspomaganie prac przy zagrożeniach naturalnych w górnictwie odkrywkowym na przykładzie KWB Turów Materiały konferencji „Optymalizacja wydobycia kopalin przy wykorzystania technik informatycznych", Bogatynia.

[6] Wachelka L., Kłos M., Sołowczuk M. 1999: Cyfrowa relacyjna baza danych geologiczno-górniczych Materiały konferencji „Optymalizacja wydobycia kopalin przy wykorzystania technik informatycznych", Bogatynia 1999;

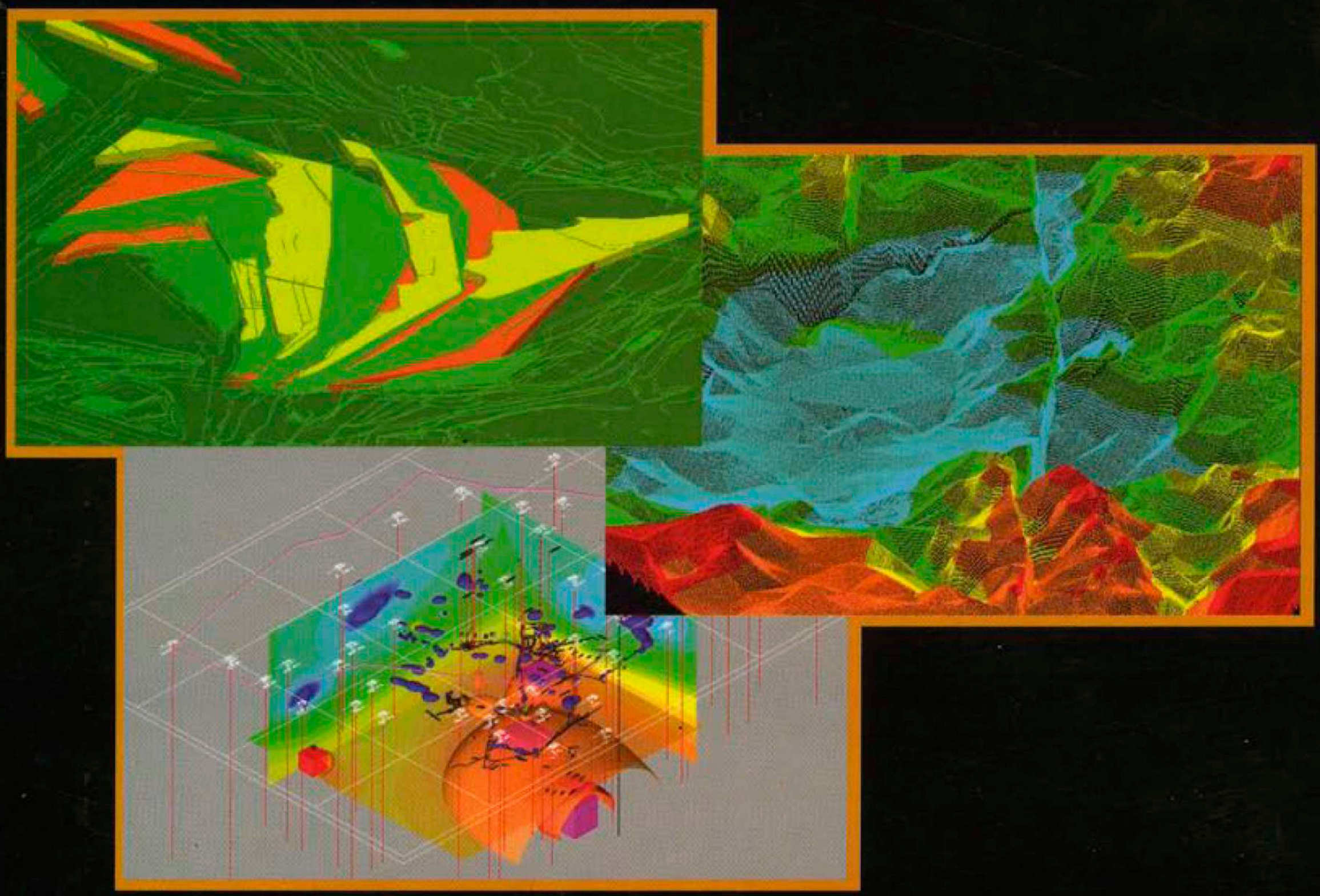
[7] Rybicki S., Wachelka L., Rupala M., Kaczarewski T., Milkowski D., Dymarski J., Wojnar B. 2000: Ocena i prodnoza stateczności skarp i zboczy w KWB „Turów" z zastosowaniem technik informatycznych. Materiały konferencji IX Miedzynarodowe Sympozjum „Geotechnika 2000", Ustroń.

Modelling of mining exploiting influence to the environment using Mining IT Systems based on a Strip Mine example

Abctract

The article concerns a construction of the Central System for Information Management based on Central DataBase using the example of Strip Mine KWB (Lignite Mine) Turow. The advantages of Information and Graphics Environments Integrity within the system for modelling of mining exploiting influence to the environment were presented. The way of hydro-geological mine model, three-dimensional model of subsidence and transition, slope stability calculations model employing introduced IT System construction were presented.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Wiesław Kozioł



00 I 00 I 000 I I 0 I 00 I I I I 000000 I 0 I 0 I 0 I 000 I 0 I I I I 0 I 00 I I 0 I 00 I

Przedsiębiorstwo Robót Geologiczno-Wiertniczych S.C.
ul. 23-stycznia 15, 41-260 Sławków,
tel: (4832) 2669537, fax: (4832) 2668900,
email: prgw@prgw.com.pl, www: www.geologia.com.pl

PRGW powstało w 1991 roku jako firma prywatna, której właści cielami są Grażyna Janik i Roman Kuś.

Celem firmy od chwili jej powstania jest działalność w trzech obszarach:

- ✓ **wykorzystywanie technik informatycznych dla potrzeb przemysłu górniczego,**
- ✓ **wyspecjalizowane usługi w zakresie ekologii, w tym własne propozycje rozwiąza nia dopływu silnie zmineralizowanych wód do wyrobisk górniczych,**
- ✓ **wykonywanie przesłon (barier) uszczelniających dla obiektów hydrotechnicznych i górniczych, w oparciu o własne materiały hydro(termo)izolacyjne.**

ISBN 83-89174-95-2