

ZMIANY ŚRODOWISKA PRZYRODNICZEGO SPOWODOWANE DZIAŁALNOŚCIĄ GÓRNICZĄ W MONITORINGU REGIONALNYM I LOKALNYM

Andrzej Szlagowski

Szlagowski A., 1993: *Zmiany środowiska przyrodniczego spowodowane działalnością górniczą w monitoringu regionalnym i lokalnym (Changes of the natural environment caused by mining activity in regional and local monitoring)*. Monitoring Środowiska Regionu Świętokrzyskiego, nr 1, s. 39—46. Kieleckie Towarzystwo Naukowe. Kielce.

Zarys treści: Górnictwo skalne województwa kieleckiego, pod względem ilości posiadanych zasobów złóż kopalin oraz wielkości wydobycia surowców mineralnych, zajmuje czołową pozycję w kraju. Wraz z rozwojem eksploatacji złóż daje się zauważyć szkodliwy wpływ działalności górniczej na środowisko przyrodnicze. Najbardziej widoczne są zmiany powierzchni ziemi, warunków glebowych i warunków wodnych. Szkodliwy wpływ różnych czynników górniczych na środowisko powinien być przedmiotem badań i obserwacji prowadzonych m.in. w ramach monitoringu regionalnego i lokalnego.

Andrzej Szlagowski, Przedsiębiorstwo Naukowo-Techniczne „EKOTERRA”, ul. Słowackiego 21, 25-365 Kielce.

1. WSTĘP

Ustawa o Państwowej Inspekcji Ochrony Środowiska (Dz. Ustaw 1991) tworzy państwowy monitoring środowiska, rozumiany jako system pomiarów, ocen i prognoz stanu środowiska. Realizacja monitoringu należeć będzie do zadań jednostek administracji państwowej i rządowej, organów gmin, szkół wyższych oraz jednostek gospodarczych. Celem systemu jest zwiększenie skuteczności działań na rzecz ochrony środowiska poprzez zbieranie, analizowanie i udostępnienie danych dotyczących stanu środowiska i zmian w nim zachodzących.

W ślad za podstawowym aktem prawnym ukazują się przepisy wykonawcze oraz instrukcje regulujące zasady projektowania elementów sieci monitoringu, wykonywania niezbędnych prac pomiarowych, analizowania danych i opracowywania wyników. Najbardziej szczegółowe materiały dotyczą przewidywanych w I etapie — sieci monitoringu krajowego i w II etapie — sieci monitoringu regionalnego. O monitoringu lokalnym na razie niewiele wiadomo. Prawdopodobnie doświadczenia z prac I i II etapu wykorzystane zostaną do zaprojektowania i prowadzenia monitoringu lokalnego.

Ze względu na przygotowanie specjalistyczne i kompetencje jednostek prowadzących dotychczas badania wód podziemnych (Państwowy Instytut Geologiczny) i badania atmosfery (Państwowa Inspekcja Ochrony Środowiska i Państwowa Inspekcja Sanitarna) najwcześniej ukazały się instrukcje dotyczące tych dwóch sfer środowiska. Ponadto

wymienione instytucje dysponowały już własnymi punktami obserwacji stanu środowiska, które mogą być wykorzystane w sieci monitoringu krajowego lub regionalnego.

Najmniej w tej chwili można powiedzieć o monitoringu litosfery, w którym istnieje możliwość i celowość prowadzenia m.in. prac, z zakresu określenia zmian środowiska przyrodniczego spowodowanych działalnością górniczą. Z publikacji ukazujących się w ostatnim czasie wynioskować można, że problem ten jest dostrzegany. Kozłowski [1992] stwierdza, że program ochrony litosfery łączy badania podstawowe i użytkowe. Równocześnie proponuje wprowadzenie całego szeregu nowych kierunków prac badawczych, niezbędnych dla zabezpieczenia prawidłowej polityki ekologicznej państwa, precyzując kierunki badań dotyczących wpływu eksploatacji kopalin na środowisko. W monitoringu litosfery Kozłowski [1992] przewiduje:

- obserwacje i badania wspomagające monitoring wód podziemnych,
- monitoring osadów rzecznych i jeziornych,
- monitoring osadów dennych Bałtyku.

W oparciu o wyniki prac własnych prowadzonych w kopalniach odkrywkowych surowców skalnych oraz ich otoczeniu, zakres ten proponuję rozszerzyć o obserwacje zmian środowiska spowodowanych działalnością górniczą. W ramach wstępnych badań, celem będzie określenie czynników szkodliwych i stopnia zagrożenia jakie powodują.

przemysłowych, które w województwie kieleckim odgrywają przodującą rolę. W oparciu o obfitą bazę zasobową złóż kopalni, w latach 60. i 70. budowane były nowe kopalnie i zakłady przetwórcze. W tym czasie wybudowane zostały cementownie: Nowiny I i Nowiny II, Cementownia Małogoszcz oraz jedne z największych w Europie — Zakłady Przemysłu Wapienniczego „Trzuskawica”. Inne wybudowane lub rozbudowane zakłady to: Kieleckie Zakłady Przemysłu Wapienniczego w Miedziance, Zakłady Przemysłu Wapienniczego „Bukowa”. Wszystkie te zakłady przetwórcze wykorzystują wapienie dewońskie i jurajskie dostarczane przez miejscowe kopalnie. Inne surowce węglanowe wykorzystywane są przez zakłady kruszyw budowlanych i drogowych Morawica, Jaźwica, Laskowa Góra, Mieczyn, Głuchowiec, Celiny, Radkowice. Piaskowce kwarcytowe i kwarcyty wydobywane są ze złoża Bukowa Góra, Wiśniówka.

Nie wymieniam tutaj licznych miejsc eksploatacji złóż piaskowców, wapieni blocznych oraz innych kopalni wydobywanych w małych wyrobiskach.

Ten pobeżny przegląd potwierdzony może być liczbami świadczącymi o roli i znaczeniu górnictwa kieleckiego w gospodarce krajowej [Doroz, Giełżecka, Szajn 1992] (tab. 1). Wysoka pozycja województwa utrzymuje się mimo zmniejszenia wydobycia surowców w ostatnich 4 latach z 22 mln ton, do ca 15 mln ton.

Na tle rozwoju wydobycia surowców koniecznym jest zastanowienie się, jaki udział posiadają kopalnie w degradacji środowiska przyrodniczego. Wiemy, że zakłady przetwórcze budowane były bez analizy uwarunkowań zoologicznych, a również często bez urządzeń służących ochronie środowiska. W tej sytuacji otoczenie zakładów i kopalni narażone było na działanie różnorodnych zanieczyszczeń powietrza, wód i gleby. Nadmierna koncentracja przemysłu przetwórczego w rejonie Sitkówki-Chęcina doprowadziła do takiej degradacji środowiska, która spowodowała zaliczenie terenu do obszarów klęski ekologicznej.

Wprawdzie samo górnictwo nie posiadało tutaj decydującego wpływu, jednak stanowiąc początek złożonego procesu technologicznego odgrywa pokaźną rolę w przekształ-

ceniu środowiska przyrodniczego. Tereny, otaczające inne kopalnie są mniej narażone na działanie zanieczyszczeń, lecz w zależności od rodzaju kopaliny, wielkości wydobycia, stosowanej techniki i technologii można również zauważyć szkodliwy lokalny wpływ działalności górniczej w pobliżu zakładów górniczych Cementowni „Małogoszcz”, Zakładów Przemysłu Wapienniczego w Miedziance, Zakładów Przemysłu Wapienniczego „Bukowa”, Kopalni i Zakładu Wzbogacania Kwarcytu „Bukowa Góra”, czy też Kopalni Kwarcytów i Dolomitów w Wiśniówce i innych.

W sposób ogólny zmiany środowiska przyrodniczego spowodowane działalnością górniczą sprowadzają się do [Chwastek 1980, Szlagowski 1991]:

- przekształcenia powierzchni terenu,
- zmian warunków glebowych,
- zmian warunków wodnych,
- zanieczyszczenia atmosfery,
- zmian mikroklimatu, spowodowanych wyżej wymienionymi czynnikami przekształcenia powierzchni terenu, gleby, stosunków wodnych oraz zanieczyszczeniami atmosfery,
- szkód wynikających z prowadzonej techniki robót strzałowych,
- zmian roślinności i drzewostanu wynikających z prowadzonego wycięcia lasów i wymienionych wyżej czynników szkodliwych.

Spróbujemy przeanalizować główne rodzaje tych zmian oraz wpływ różnych czynników powodujących ich powstanie, posługując się przykładami wziętymi z naszych zakładów górniczych. Równocześnie interesujące będzie zapoznanie się z aktualnie obowiązującymi, lub powszechnie stosowanymi w górnictwie metodami i sposobami identyfikacji występujących zagrożeń.

Tab. 1. Udział województwa kieleckiego w udokumentowanych zasobach złóż i wydobyciu krajowym w 1990 r. [Doroz, Giełżecka, Szajn 1992]

Lp.	Surowiec	Zasoby udokumentowane			Wydobycie		
		tys. ton	% zasobów krajowych	miejsce w kraju	tys. ton	% wydobycia krajowego	miejsce w kraju
1	Surowce wapienne przemysłu wapienniczego	2 798 087	55,39	1	6951	46,45	1
2	Surowce wapienne przemysłu cementowego	892 747	7,5	6	3047	14,19	3
3	Kamienie budowlane i drogowe	1 524 632	18,46	2	2962	14,88	2
4	Gipsy i anhydryty	189 529	62,50	1	724	80,44	1
5	Kwarcyty ogniotrwałe	19 318	88,80	1	375	100,00	1
6	Surowce ilaste ceramiki budowlanej	114 711 tys. m ³	9,90	1	76 tys. m ³	1,66	22
7	Gliny ceramiczne kamionkowe	47 786	32,97	1	69	27,60	2
8	Kruszywo naturalne	400 048	3,20	10	535	0,89	33

3. PRZEKSZTAŁCENIA POWIERZCHNI TERENU, WARUNKÓW GLEBOWYCH I KRAJOBRAZU

Do najbardziej widocznych zmian środowiska przyrodniczego należą przekształcenia powierzchni terenu obejmujące w górnictwie skalnym znaczne obszary. Masowo prowadzone roboty przygotowawcze, skrywkowe w nadkładzie i udostępniające w złożu, jak również eksploatacyjne w złożu, doprowadzają do powstawania głębokich wykopów. Równocześnie roboty zwałowe prowadzą do usypywania hałd, tworzących nowe wzgórza w otoczeniu kopalni.

Dla przykładu powstałych w ten sposób przekształceń podać można stan uwidoczniiony na mapie centralnej części utworzonego w latach 70. Kieleckiego Okręgu Eksploatacji Surowców Węglanowych (rys. 1). Wyrobiska w tym obszarze w 1990 r. zajmowały powierzchnię ca 189 ha a zwałowiska ca 75 ha [Szlagowski 1991].

Na zwałowiskach znajdowało się 11 232 000 m³ odpadów a w perspektywie 2000 r. przewidywany jest wzrost ich ilości do 16 107 000 m³. W tab. 2 przedstawiono przewidywane zmiany powierzchni wyrobisk oraz kubatury zwałowisk w okresie do 2000 r.

Przekształceniom powierzchni terenu (głębokość wyrobiska, wysokość zwałowiska odpadów) towarzyszą zmiany w krajobrazie, widoczne szczególnie w otoczeniu kopalni i zakładów przerobczych, gromadzących odpady na wysokich zwałowiskach (Trzuskawica, Ostrówka, Wiśniówka).

Odpady przerobcze gromadzone na zwałowiskach zaliczyć należy w większości do dodatkowych zasobów surowcowych, gdyż jak wykazały badania mogą być w różnorodny sposób wykorzystane. Do czasu zaistnienia odpowiednich warunków technicznych i ekonomicznych dla ich utylizacji, powodować będą zniekształcenia powierzchni terenu. Utylizacja odpadów przerobczych oraz stosowanie wewnętrznego zwałowania odpadów złożowych w wyrobiskach, przyczynić się może do znacznego zmniejszenia zajmowanych powierzchni oraz do zachowania cennych walorów krajobrazowych.

Tab. 2. Planowane przekształcenia terenów przez kopalnie do roku 2000 [Szlagowski 1991]

Kopalnia	Powierzchnia wyrobisk ha	Powierzchnia zwałowisk ha	Kubatura zwałowisk tys. m ³
	wskaźnik wzrostu	wskaźnik wzrostu	wskaźnik wzrostu
„Bolechowice”	$\frac{3,67}{1,42}$	$\frac{2,21}{1,41}$	$\frac{77,3}{1,64}$
„Jaźwica”	$\frac{27,0}{1,0}$	$\frac{15,0}{1,12}$	$\frac{1989}{1,43}$
„Kowala”	$\frac{70,0}{1,27}$	$\frac{10,5}{1,22}$	$\frac{735}{1,22}$
„Radkowice”	$\frac{15,0}{0,88}$	$\frac{9,0}{2,3}$	$\frac{613}{3,77}$
„Trzuskawica”	$\frac{160,0}{2,23}$	$\frac{58,0}{1,07}$	$\frac{12500}{1,41}$
„Zgórsko”	$\frac{18,0}{1,0}$	$\frac{4,7}{1,0}$	$\frac{260}{1,0}$
„Zygmuntówka”	$\frac{1,92}{1,3}$	$\frac{0,92}{2,14}$	$\frac{32,5}{2,17}$

W rejonie Gór Świętokrzyskich ma to szczególne znaczenie dla utrwalenia wartości estetycznych, a tym samym utrzymania walorów turystyczno-krajobrazowych.

Niekorzystne oddziaływanie na gleby widoczne jest na powierzchniach zajętych przez wyrobiska eksploatacyjne i zwałowiska. W wyrobiskach zdjęta została zewnętrzna warstwa nadkładu i odsłonięte lite skały. Ocenia się, że na takich powierzchniach powstaną długotrwałe litogeniczne gleby inicjalne o bardzo niskiej produktywności [Kowalkowski, Rubinowski 1991]. Pod zwałowiskami pozostają gleby, które ulegają zniszczeniu i odtworzenie ich na nowej powierzchni wymaga kosztownych prac rekultywacyjnych.

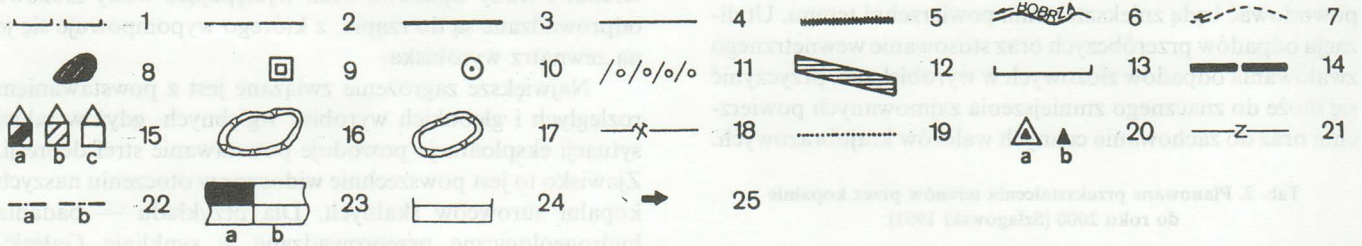
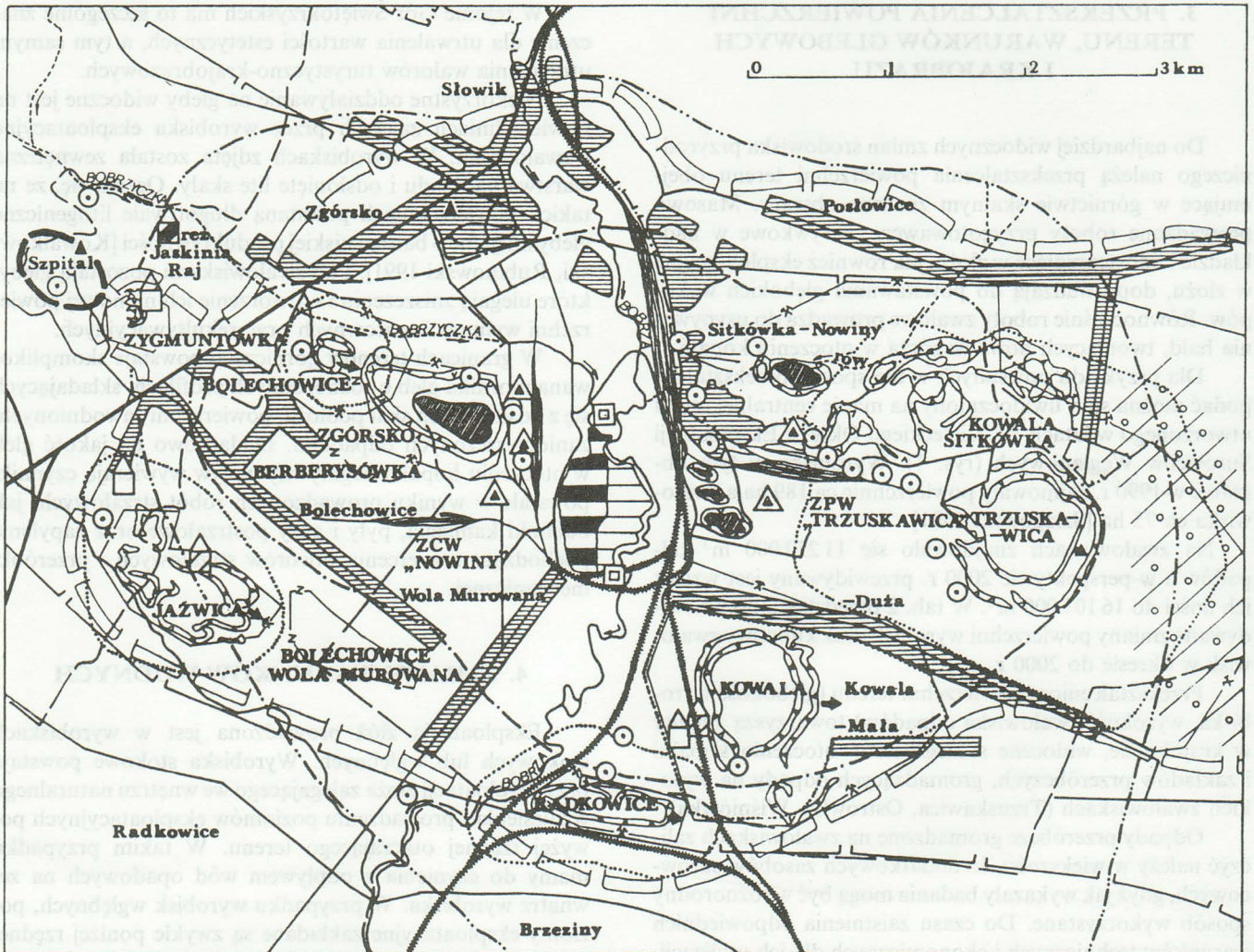
W granicach terenów górniczych powstaje skomplikowana mozaika gleb o różnorodnych profilach, składających się z odsłoniętych skał podłoża, powierzchni zawodnionych, zanieczyszczonych odpadami. Dodatkowo na jakość gleb w otoczeniu kopalni negatywny wpływ wywierają czynniki powstałe w wyniku prowadzonych robót strzałowych, jak odłamki kamienia, pyły i gazy postrzałowe oraz zapylenie pochodzące z wiercenia otworów strzałowych i przeróbki mechanicznej.

4. ZMIANY WARUNKÓW WODNYCH

Eksploatacja złóż prowadzona jest w wyrobiskach stokowych lub wgłębnych. Wyrobiska stokowe powstają przy eksploatacji złoża zalegającego we wnętrzu naturalnego wzniesienia i prowadzeniu poziomów eksploatacyjnych powyżej rzędnej otaczającego terenu. W takim przypadku mamy do czynienia z odpływem wód opadowych na zewnątrz wyrobiska. W przypadku wyrobisk wgłębnych, poziomy eksploatacyjne zakładane są zwykle poniżej rzędnej terenu, i wody opadowe oraz występujące wody złożowe odprowadzane są do rzepia, z którego wypompowuje się je na zewnątrz wyrobiska.

Największe zagrożenie związane jest z powstawaniem rozległych i głębokich wyrobisk wgłębnych, gdyż w takiej sytuacji eksploatacja powoduje powstawanie stref depresji. Zjawisko to jest powszechnie widoczne w otoczeniu naszych kopalni surowców skalnych. Dla przykładu — badania hydrogeologiczne przeprowadzane w synklinie Gałęzicko—Bolechowicko—Borkowskiej [Szczępański 1985] oraz obliczenia prognostyczne przeprowadzone na bazie skonstruowanego modelu hydrogeologicznego i założeń eksploatacji złóż wykazały, że:

- moduł zasilania dewońskiego piętra wodonośnego wynosi około 9,5 m³/h/km²,
- w 1983 r. globalne zasilanie wynosiło 2627 m³/h a drenaż 2620 m³/h z czego 1144 m³/h odbierały kopalnie „Ostrówka” i „Zgórsko”, zbiornik „Trzuskawica” oraz studnie odwadniające i zakładowe,
- przewidywany wzrost powierzchni zajętych przez wyrobiska i zwiększenie ich głębokości spowoduje intensywne odwodnienie całej struktury, a tym samym spowoduje też zmianę warunków krążenia wód podziemnych,
- poziomy wodonośny w całej strukturze obniży się o 3-10 m,
- w efekcie odwodnień prowadzonych w kopalniach mogą nastąpić zaniki wody we wszystkich studniach kopanych na zachód od Lubrzanki,
- większość cieków powierzchniowych w obrębie synkliny zmieni swój charakter z drenującego na zasilający dewońskie piętro wodonośne. Szczególnie dotyczy to Bobrzy i Hutki.



Rys. 1. Wyrobiska eksploatacyjne i zwałowiska w obszarze koncentracji przemysłu wydobywczo-przetwórczego (wg Kowalkowskiego, Rubinowskiego 1991, Szlagowskiego 1991).

1 — granice miasta Kielce, 2 — granice gmin i miasta Chęciny, 3 — drogi główne, 4 — drogi lokalne, 5 — linie kolejowe, 6 — rzeki, 7 — ciek wodny wyschnięty, 8 — zbiorniki wodne, 9 — ujęcia wody powierzchniowej, 10 — studnie wiercone, 11 — przewidywana lokalizacja studni odwadniających złoża TRZUSKAWICA, 12 — tereny zabudowane położone w zasięgu znacznych uciążliwości, 13 — granica zbiornika wód podziemnych, 14 — teren podlegający ochronie sanitarnej, 15 a) rezerwat b) rezerwat projektowany c) pomnik przyrody, 16 — kopalnia odkrywkowa, 17 — zwałowisko odpadów eksploatacyjnych i przerobczych, 18 — granica obszaru górniczego, 19 — granica strefy ochronnej, 20 — emitor pyłów i gazów o znaczeniu: a) regionalnym b) lokalnym, 21 — granica nieeksploatowanych złóż kopalin, 22 — granica ponadnormatywnego opadu pyłów: a) dla obszarów chronionych w 1990 r. (200 Mg/km²/rok) b) w 1976 r. (250 Mg/km²/rok), 23 — miejska oczyszczalnia ścieków: a) istniejąca b) projektowana, 24 — granica zasięgu oddziaływania przemysłu na środowisko wg Kowalkowskiego i Rubinowskiego (1991), 25 — kierunek eksploatacji.

Podane wyżej niektóre wyniki analizy hydrogeologicznej, obrazują zmiany warunków wodnych, które powstają i mogą docelowo powstać na skutek intensywnie prowadzonej eksploatacji złóż w tym obszarze. Wprawdzie od kilku lat, w wyniku zmniejszanych wielkości wydobywania kopalni, przedstawiona prognoza uległa pewnej dezaktualizacji — to jednak problem istnieje i wymaga prowadzenia szczegółowych obserwacji i prac hydrogeologicznych, traktujących kompleksowo system wodny tej synkliny.

Inne zagrożenia dla stosunków wodnych w obszarach eksploatacji złóż, to zanieczyszczenia przemysłowe i komunalne przedostające się do wód podziemnych. Zanieczyszczenia takie pochodzą z gazów postrzałowych, oraz ze splukiwania resztek chemicznych materiałów wybuchowych w otworach strzałowych, w przypadku ewidentnego błędu w technice strzelniczej lub stosowania złej jakości środków strzałowych. Przypadki takie są sporadyczne i przepisy górnicze określają sposób postępowania związany z usuwaniem niewypałów, lecz w praktyce, np. przy dużej szczelności górotworu, mogą się zdarzyć. Podobnie rzecz się ma z resztkami materiałów pędnych, olejów i smarów, które w przypadku awarii maszyn i urządzeń, a także niedbałej obsługi mogą przedostawać się do zbiorników wód podziemnych.

Dla obserwacji zmian stosunków wodnych opracowano system monitoringu (Państwowy Instytut Geologiczny), tym niemniej wskazane byłoby rozszerzyć go w obszarach eksploatacji złóż o analizy podanych wyżej zanieczyszczeń.

5. ZANIECZYSZCZENIE ATMOSFERY

W kopalniach odkrywkowych surowców skalnych mamy do czynienia z dwoma rodzajami emitowanych zanieczyszczeń:

- pyłami,
- gazami.

Zanieczyszczenia pyłowe powstają głównie w procesie wiercenia otworów strzałowych oraz przeróbki i obróbki kamienia. Wielkość emisji pyłów zależy od rodzaju skały, sposobu wykonywania otworów strzałowych oraz stosowanych do tego celu maszyn.

Altas Copco [1980] ocenia, że w ciągu jednego dnia pracy, przy stosowaniu ręcznych urządzeń wiertniczych, powstaje ca. 250 kg pyłu, a przy wykorzystywaniu wozu wiertniczego na gąsienicach, ca. 1200-1500 kg pyłu.

Nowoczesne wiertnice obrotowe i udarowo-obrotowe zaopatrzone są w urządzenia odpylające. Gorzej sytuacja wygląda w przypadku wykonywania otworów krótkich — ręcznymi wiertarkami pneumatycznymi oraz starymi wiertnicami, które przeważnie nie posiadają instalacji ochronnych. Przedmuchiwanie otworów sprężonym powietrzem powoduje dodatkowy ruch pyłów. Ocenia się, że ten sposób wykonywania otworów strzałowych spowodować może emisję pyłu [Kwiecień, Roszczynialski 1984] od 6×10^{-5} do 14×10^{-5} kg/s na jedną maszynę. W przypadku stosowania przepłukiwania otworów wodą ilość ta maleje i wynosi 4×10^{-6} do 6×10^{-6} kg/s. Najbardziej groźne są pyły zawierające chemicznie wolną krzemionkę, która prowadzić może do groźnej choroby — pylicy (krzemicy). Na stanowiskach pracy wiertaczy oraz obsługi zakładów przerobczych w ko-

palniach odkrywkowych, eksploatujących złoża skał zawierających krzemionkę, notowano wiele przypadków zachorowań na pylicę. W naszym rejonie dotyczyło to kopalni w Wiśniówce, która istnieje od lat przedwojennych.

Dla przykładu piaskowce kwarcytowe z Wiśniówki charakteryzują się zawartością $\text{SiO}_2 > 95\%$, z Bukowej Góry 97-99,5% (90% surowców).

Innym źródłem zapylenia jest ładunek oraz rozładunek urobku. W zależności od rodzaju i własności skał, stopnia rozdrobnienia, wilgotności oraz sposobu ładowania, ilość pyłu wynosi [Onderka, Bugesz, Kwiecień 1988] od 4×10^{-5} do 4×10^{-4} kg/s. Zapylenie powstaje także w czasie transportu urobku po drogach kopalnianych. Przejazd pojazdu po suchym podłożu powodować może tumany pyłu wtórnie unoszonego w powietrze. Według badań [Kwiecień, Roszczynialski 1984] w zależności od stanu dróg tłuczniowych ilość pyłów wynosi od $6,2 \times 10^{-4}$ do 12×10^{-4} kg/s a na drogach gruntowych ca. $3,3 \times 10^{-4}$ kg/s po przejeździe jednego pojazdu.

Roboty strzałowe również powodują krótkotrwałe zapylenie, co będzie omówione w następnych rozdziałach.

Stężenie pyłów w kopalni zależy od intensywności przewietrzania wyrobiska. Wiatry przenoszą je w otoczenie kopalni narażając roślinność, drzewostan na ich szkodliwe działanie. Często wiatr powoduje znoszenie pyłów ze zwalówisk odpadów i skarp wyrobisk. Są to pyły drobnodispersyjne. W okresie letnim, przy prędkościach wiatru 3 do 7 m/s zapylenie kopalni może wynosić 1×10^{-6} do 7×10^{-6} kg/m³.

Inne zanieczyszczenia powodowane są przez maszyny pracujące na terenie kopalni. Silniki parowe i spalinowe wytwarzają gazy, które przedostają się do atmosfery kopalnianej. Gazy przedostają się także z obiektów kotłowni zakładowych, jak również ze źródeł znajdujących się poza granicami zakładu górniczego. Poważnym źródłem szkodliwych gazów są materiały wybuchowe stosowane w górnictwie (rozd. 6). Silniki spalinowe wytwarzają gazy zawierające składniki trujące, a ich stężenie zależy od warunków technicznych spalania i warunków meteorologicznych. W rezultacie niezupełnego spalania, dodawania do paliw środków antydetonacyjnych oraz występowania zanieczyszczenia paliw siarką, silnik spalinowy może emitować węglowodory ($\text{C}_m \text{H}_4$) oraz H_2 , O_2 , SO_2 i tlenki azotu. Niezależnie od tego mogą powstawać sadze i związki ołowiu. Na wielkość emisji z silników spalinowych ma wpływ obciążenie i prędkość obrotowa silnika. Stwierdzono [Onderka, Bugesz, Kwiecień 1988], że silnik najczęściej w naszych kopalniach stosowanych samochodów Bielaz 540 w czasie jazdy z ładunkiem emitował 0,078% CO, 0,005% aldehydów, a podczas pracy luzem tylko 0,02% CO i 0,003% aldehydów. W silnikach benzynowych istotne znaczenie posiada regulacja gaźnika. Przy źle uregulowanym gaźniku ilość CO wzrasta czterokrotnie.

Emisja opisywana jest emisją niską rozproszoną, dlatego też w kopalniach dotychczas nie była przedmiotem systematycznych badań. Wpływ jej w otoczeniu kopalni musi być widoczny, chociaż w porównaniu z ruchliwą trasą komunikacyjną jest ona znacznie mniej uciążliwa dla środowiska naturalnego.

6. WPŁYW TECHNIKI STRZELNICZEJ NA ŚRODOWISKO

Stosowanie środków strzałowych powoduje różnego rodzaju uboczne — negatywne skutki dla środowiska. Do niebezpiecznych dla otoczenia zalicza się:

- uderzeniową falę powietrzną,
- rozrzut odłamków skalnych,
- drgania sejsmiczne.

W praktyce górniczej czynniki te oraz zasięg ich oddziaływania określa się przy pomocy metod i wzorów podanych w przepisach. Jako podstawę obliczeń w przypadku fali powietrznej i fali sejsmicznej przyjmuje się stopień zagrożenia obiektów budowlanych, a w przypadku rozrzutu odłamków skalnych niebezpieczeństwo ludzi i zwierząt.

W dokumentacji lub metryce strzelania podane są strefy niebezpieczne z uzasadnieniem ich wielkości. Strefy te nanosi się na planie sytuacyjno-wysokościowym stanowiącym załącznik do „Planu Ruchu” (podstawowy dokument kopalni). Równocześnie zaznacza się: chronione obiekty, rozmieszczenie tablic ostrzegawczych, posterunków zabezpieczających, schronów dla załogi i strzałowych. Niezależnie od tego w „Planie Ruchu” podaje się sposób zabezpieczenia ludzi i obiektów w wyznaczonych strefach, szczegółowy opis sposobu wykonywania robót strzałowych oraz podstawy obliczenia wielkości stref niebezpiecznych.

Negatywnych skutków prowadzonych robót strzałowych dla środowiska przyrodniczego zwykle w szczegółach się nie określa. W dokumentach wieloletnich takich jak Program Ochrony Terenów Górniczych, opracowywanych na okres ca 5 lat, ustala się globalny wpływ zakładu górniczego na środowisko poprzez:

- inwentaryzację terenu górniczego, obejmującą zagospodarowanie powierzchni, stosunki wodne i warunki przyrodnicze, które mogą ulec niekorzystnym przeobrażeniom w wyniku projektowanej eksploatacji górniczej,
- prognozę wpływu działalności górniczej na przeobrażenia terenu górniczego, opracowywaną w oparciu o zatwierdzone projekty zagospodarowania złoża,
- kierunki przeciwdziałania i usuwania skutków działalności górniczej.

Promień strefy zagrożenia działaniem uderzeniowej fali powietrznej określa się w zależności od wielkości stosowanych ładunków i rodzaju chronionych obiektów:

$$r_p = k_p \cdot \sqrt{Q}$$

gdzie:

- k_p — współczynnik proporcjonalności, zależny od warunków wybuchu i charakteru spowodowanego uszkodzenia czy zniszczenia,
- Q — wielkość ładunku materiału wybuchowego w kg,
- r_p — odległość na jaką może być niebezpieczna uderzeniowa fala powietrzna w m.

Współczynnik proporcjonalności uzależniony jest od możliwego zniszczenia obiektu (uszkodzenie oszklenia, wyrwanie ram okiennych, drzwi, uszkodzenie tynków, zburzenie murów itp.). Metoda obliczeniowa obciążona jest wieloma wadami. Dopuszcza bowiem subiektywność doboru współczynników charakteryzujących warunki i parametry strzelania. Metoda ta nie uwzględnia rzeczywistego wpływu czynnika szkodliwego na środowisko.

W ostatnim dziesięcioleciu podjęto próby opracowania metodyki pomiarów i wyznaczenia zasięgu działania uderzeniowej fali powietrznej [Spychała, Szlagowski 1988]. Próby te, zakończone powodzeniem, nie mogły być kontynuowane ze względu na ograniczenie środków na prace badawcze w ówczesnym CPBR 1.6. W ramach zakończonych etapów opracowano metodykę, i w oparciu o pomiary dokonane w dwóch kieleckich kopalniach, wyznaczono rzeczywisty zasięg działania powietrznej fali uderzeniowej. Metodyka opiera się na zastosowaniu:

- mechanicznych czujników ciśnienia do pomiarów maksymalnej amplitudy ciśnienia fal uderzeniowych,
- elektronicznej aparatury pomiarowej.

Strefa rozrzutu odłamków skalnych określona jest w zależności od sposobu strzelania w sposób przybliżony w granicach od 100 m (poszerzenie dna otworów zwykłych) do 500 m (strzelanie komorowe), dla powszechnie stosowanych strzelań otworami zwykłymi (krótkimi) i otworami wiertniczymi (długimi) i wynosi ona 200-400 m. Wielkości stref ustalonych w ten sposób nie zawsze zgodne są z rzeczywistą odległością rozrzutu. Zależy ona od rodzaju wyrobiska (stokowe, wgłębne), sytuacji terenowej w otoczeniu, budowy geologicznej złoża w którym prowadzone są roboty strzałowe oraz stosowanej techniki. Dlatego też można określić rzeczywiste warunki strzelania, a następnie strefę rozrzutu przy pomocy:

- teoretycznych obliczeń,
- wzorów empirycznych,
- obserwacji.

Obliczenia teoretyczne pozwalają uwzględnić morfologię terenu oraz głębokość. Za podstawę rozważań przyjmuje się równanie określające tor lotu pocisku. Odłamki skalne rozrzucone w czasie strzelania mogą spowodować zniszczenie roślinności i upraw. Jeśli w strefie rozrzutu znajdują się pola uprawne powstają szkody w plonach. Zakład górniczy zobowiązany jest do usunięcia powstałych szkód. W praktyce wypłacane jest stosowne odszkodowanie w oparciu o dobrowolną ugodę lub orzeczenie Okręgowej Komisji ds. Szkód Górniczych. Jeśli zakład znajduje się na terenie lasów mogą występować szkody w drzewostanie itp.

Strefa szkodliwych drgań sejsmicznych określona jest zgodnie z przepisami w sposób przybliżony z wzoru:

$$r_s = k_s \cdot \alpha \cdot \sqrt[3]{Q}$$

gdzie:

- k_s — współczynnik zależny od warunków geologiczno-górniczych,
- α — współczynnik zależny od wskaźnika działania,
- Q — wielkość ładunku materiału wybuchowego w kg.

Ten sposób obliczeń również jest obciążony znaczną subiektywnością doboru współczynnika z tabel oraz określenia warunków strzelania. W praktyce górniczej określenie zasięgu drgań sejsmicznych potrzebne jest dla ustalenia ich szkodliwego oddziaływania na budynki wzniesione w otoczeniu kopalni. W przypadku, gdy w pobliżu znajdują się budynki (obiekty) chronione, wykonuje się pomiary sejsmiczne, w wyniku których wyznacza się dopuszczalne wielkości ładunków materiałów wybuchowych.

Opracowywane ekspertyzy nie wskazują w jakim stopniu drgania sejsmiczne powodują szkody w środowisku przyrodniczym (otaczające złoża, rezerваты przyrody żywej i nieożywionej itp.). Skoro występują szkody na powierzchni, w budynku w odległości 400-600 m od miejsca strzelania,

sądzić należy, że szkody takie występują także w środowisku przyrodniczym. Przykładem może być złoże Bolechowice, w którym prowadzone są roboty strzałowe przy pomocy małych ładunków prochowych nie powodujących szkodliwych drgań. Tymczasem w latach 70. sąsiednia kopalnia „Zgórsko” dostarczała surowiec wapienny do cementowni „Nowiny”. Masowe roboty strzałowe powodowały powstawanie fal sejsmicznych o dużej prędkości przemieszczeń. Fale te docierały na odległość ponad 650 m do złoża Bolechowice, powodując powstawanie mikrospektań oraz zmniejszenie bloczności. Było to m.in. jedną z przyczyn wstrzymania eksploatacji złoża „Zgórsko”.

Podobny przykład dotyczy kopalni „Morawica”, w której część złoża wydzielono dla eksploatacji bloków. W początkach lat 80. zauważono zmniejszenie bloczności na skutek prowadzonych w sąsiedztwie masowych robót strzałowych. W rezultacie postanowiono skorygować kierunki eksploatacji złoża oraz maksymalnie odsunąć front eksploatacji od wyrobiska bloków. Równocześnie rozważano możliwości innego zabezpieczenia tego wyrobiska [Spychała, Szlagowski 1988] poprzez wykonanie na linii przemieszczeń fali sejsmicznej, na granicy złoża blocznego szczeliny, która zatrzymywałaby niebezpieczne drgania. Na wykonanie prac, podobnie jak w przypadku fali uderzeniowej powietrznej, zabrakło środków finansowych.

Dodatkowym problemem towarzyszącym robotom jest emisja gazów postrzałowych. Ilość tych gazów zależy od metody strzelania, rodzaju stosowanych materiałów wybuchowych i ich bilansu tlenowego, warunków prowadzonych robót oraz warunków terenowych.

Pyłowo-gazowy obłok, przy masowym urabianiu skał materiałami wybuchowymi, wyrzucany jest na wysokość kilkuset metrów i przemieszczany wraz z kierunkiem wiatru na znaczne odległości. W zależności od warunków strzelania, obłok zawiera pyły w ilości od 600 do 5000 mg/m³. Z 1 kg materiału wybuchowego wydziela się [Kwiecień, Roszczyński 1984] od 0,043—0,254 kg pyłu. Przy dwukrotnym wzroście jednostkowego zużycia materiału wybuchowego ilość pyłu wzrasta 6. krotnie. Przy termicznym rozwarstwieniu atmosfery, w ciągu 20-30 sekund obłok wyrzucany jest na wysokość 150-250 m. Z chwilą wyrównania temperatur w obłoku i otaczającej atmosferze, obłok zaczyna się poruszać, a na ziemię spadają grubsze frakcje pyłu osiadające na ociosach i spągu wyrobiska. Drobne frakcje pyłowe przemieszczają się dalej i spadają w większych odległościach od miejsca wykonywania robót strzałowych (2-3 km i więcej). W razie silnych inwersji atmosfery produkty wybuchu pozostają w obrębie wyrobiska, zanieczyszczając przez dłuższy czas atmosferę kopalni.

Ocenia się [Boryczko 1992], że emisja tlenków azotu pochodzących z kopalni odkrywkowych w Polsce osiąga 328 000 kg/rok (w przeliczeniu na NO₂), a może dochodzić do 857 000 kg/rok. Wynika to z faktu sporządzania 60%-80% tzw. saletroli lub saletrotów bezpośrednio na miejscu strzelania, tzn. w kopalni. Nieodpowiednia jakość komponentów oraz niewystarczająca dokładność łączenia saletry amonowej, oleju napędowego i trotylu, powodują znaczne przekroczenie założonych ilości tlenków azotu w gazach postrzałowych. W praktyce nad miejscem strzelania ukazuje się obłok, którego kolor coraz częściej przybiera żółtą lub rdzawoczerwoną barwę.

Szkodliwosci działania pyłów i gazów nie trzeba udowadniać. Przepisy górnicze przewidują okresową kontrolę

zanieczyszczeń pyłowych i gazowych w sposób określony w „Planie Ruchu” oraz w przypadku zagrożenia ludzi, podjęcie niezbędnych czynności profilaktycznych na terenie kopalni. Niewiele jednak wiadomo o takich zagrożeniach w otoczeniu kopalni. Ponadto zanieczyszczenia pyłowe i gazowe, powstające w wyniku prowadzonych robót strzałowych są krótkotrwałe. Odstrzał otworów dokonywany jest przeważnie jeden raz na dobę i towarzyszący mu obłok pyłowo-gazowy może być nieanalizowany.

Od wielu lat obowiązują ostre przepisy dotyczące dopuszczania środków strzałowych do użytku w górnictwie, które określają charakterystykę materiału wybuchowego (skład chemiczny, cechy zewnętrzne, dane termodynamiczne), charakterystykę naboju, zakres stosowania, dopuszczalny okres składowania. W ostatnim czasie, wobec trudności produkcyjnych, pojawia się na rynku cały szereg nowych materiałów o nieznanym składzie i właściwościach. Zachodzi zatem potrzeba prowadzenia badań i określenia stopnia zagrożenia nie tylko atmosfery, ale i wód, gdyż jak wykazano wyżej, mogą one zostać w przypadkowy sposób skażone.

7. PODSUMOWANIE

Górnictwo skalne, stanowiąc początek złożonego procesu technologicznego, odgrywa znacznie mniejszą rolę w przekształcaniu środowiska przyrodniczego niż współpracujący z nim przemysł przetwórczy (cementownie, zakłady wapiennicze, zakłady kruszyw budowlanych i drogowych). Najbardziej widoczny wpływ górnictwa na środowisko występuje w zakresie zmian powierzchni ziemi, warunków glebowych oraz warunków wodnych. Przyczyniają się do tego roboty przygotowawcze i eksploatacyjne, które powodują powstawanie głębokich, rozległych wyrobisk, oraz wysokich zwałowisk odpadów. Ograniczenie stopnia tych przekształceń lub ich likwidacja może nastąpić w wyniku:

- racjonalnej eksploatacji złóż przy wykorzystywaniu wszystkich występujących rodzajów surowców, w tym odpadowych,
- utylizacji odpadów już występujących na zwałowiskach,
- utylizacji wód kopalnianych,
- wewnętrznego zwałowania odpadów złożowych,
- systematycznie prowadzonych prac rekultywacyjnych.

W przypadku realizacji powyższych prac górnictwo skalne może stać się przemysłem odgrywającym pozytywną rolę w przekształcaniach środowiska.

Dla skutecznej realizacji działań na rzecz ochrony środowiska, proponuje się włączenie do zadań monitoringu regionalnego **obserwacji zmian powierzchni ziemi**, powodowanych przez zakłady górnicze w obszarach intensywnej eksploatacji złóż surowców skalnych, np. centralną część Kieleckiego Okręgu Eksploatacji Surowców Węglanowych. W monitoringu lokalnym proponuje się objęcie tymi obserwacjami wszystkich kopalni o wydobyciu powyżej 50 tys. ton surowców. Nadmienić można, że zgodnie z obowiązującymi przepisami górniczymi, służba mierniczo-geologiczna kopalni bieżąco aktualizuje mapy sytuacyjno-wysokościowe powierzchni w strefie zasięgu bezpośrednich wpływów eksploatacji górniczej.

Specyficznym rodzajem zagrożeń środowiska przyrodniczego są uboczne skutki prowadzonych robót strzałowych. Skutecznym środkiem eliminacji zagrożeń jest zastępowanie

techniki strzelniczej — mechanicznym urabianiem wszędzie tam, gdzie warunki geologiczno-złożowe i wytrzymałościowe skał na to pozwalają. Przede wszystkim powinno to dotyczyć urabiania złóż blocznych, gdzie w szerszym zakresie należy wprowadzić stosowanie:

- linowych pił diamentowych,
- wrębiarek łańcuchowo-diaamentowych,
- perforatorów i wrębiarek udarowo-obrotowych,
- urządzeń pomocniczych.

W kopalniach dużych szersze zastosowanie powinny znaleźć spycharko-zrywarki do urabiania części skał luźnych i zwartych skał osadowych, oraz młoty hydrauliczne do rozbijania brył ponadwymiarowych.

W oparciu o analizę występujących zagrożeń proponuje się podjęcie prac, mających na celu zastąpienie dotychczas stosowanych wzorów innymi sposobami pomiarów i określenia zasięgu działania udarowej fali powietrznej i fali sejsmicznej. W obszarach występowania w otoczeniu kopalni chronionych obiektów przyrodniczych proponuje się wykonywanie pomiarów i ekspertyz, mających na celu stałą obserwację zmian.

W monitoringu regionalnym, w obszarach intensywnej eksploatacji złóż, proponuje się wyposażyć przewidywane stacje badawcze w aparaturę do rejestracji zagrożeń środowiska związanych z robotami strzałowymi.

W związku z zagrożeniem wynikającym z emisji pyłów i gazów postrzałowych zachodzi potrzeba uruchomienia badań i analiz identyfikujących stopień zagrożenia środowiska przyrodniczego w otoczeniu kopalni prowadzących roboty strzałowe. Badania te powinny dotyczyć zarówno wód kopalnianych, jak i gleb oraz środowiska roślinnego. Proponuje się w ten sposób przygotować założenia dla monitoringu lokalnego w obrębie kopalni.

8. LITERATURA

- ATLAS COPCO, 1980: *Wyposażenie do zwalczania zapylenia przy wierceniach w kamieniu*. Szwedzkie Biuro Techniczne Warszawa (mps).
- BORYCZKO E., 1992: *Kopalnie odkrywkowe emitują do atmosfery tlenki azotu*. AURA 6/92.
- CHWASTEK I., 1980: *Ochrona środowiska w górnictwie odkrywkowym*. AURA 12/80.
- DOROZ W., GIEŁŻECKA D., SZAJN J., 1992: *Stopień wykorzystania kopalni na terenie województwa kieleckiego. W: Problemy zagospodarowania małych złóż surowców mineralnych*. Red. A. Szlagowski: KTN, PKE, Kielce: 13-20.
- KOWALKOWSKI A., RUBINOWSKI Z., 1991: *Ocena skutków oddziaływania przemysłu wydobywco-przetwórczego surowców skalnych i komunalnej oczyszczalni ścieków w Sitkowie na środowisko przyrodnicze w centralnej części Kieleckiego Okręgu Eksploatacji Surowców Węglonowych*. Synteza. KTN, Kielce (mps).
- KOZŁOWSKI S., 1992: *Program ochrony litosfery na lata dziewięćdziesiąte*. Przegląd Geologiczny 1/92.
- KWIECIEŃ Z., ROSZCZYŃIAŁSKI W., 1984: *Ocena stanu zapylenia i analiza możliwości przewietrzania wyrobisk odkrywkowych*. Materiały III Seminarium Ochrony Terenów Górniczych na temat: *Halas, wibracja i zanieczyszczenie pyłowe w odkrywkowych zakładach górniczych*. SITG, Kielce: 27-48.
- MINISTERSTWO Budownictwa i Przemysłu Materiałów Budowlanych, Ministerstwo Komunikacji, 1977: *Przepisy w sprawie prowadzenia ruchu i gospodarki złożem w odkrywkowych zakładach górniczych*. Kraków.
- ONDERKA Z., BUGESZ J., KWIECIEŃ Z., 1988: *Bezpieczeństwo pracy w górnictwie odkrywkowym*. AGH Kraków. Skrypty uczelniane 1104.
- SPYCHAŁA A., SZLAGOWSKI A., 1988: *Określenie metodyki pomiarów i wyznaczenia zasięgu działania udarowej fali powietrznej. Etap 3. Charakterystyka i interpretacja wyników działania udarowej fali powietrznej przy robotach strzałowych*. Praca IMBiGS O/Kielce, temat 11.70.87.16 (mps).
- SZCZEPAŃSKI A., 1985: *Model hydrogeologiczny synkliny gałęzicko-bolechowicko-borkowskiej dla oceny jej możliwości zasobowych*. II Konferencja Naukowo-Techniczna *Technika i technologia odkrywkowej eksploatacji złóż surowców skalnych*. Materiały SITG, Kielce: 28-52.
- SZLAGOWSKI A., 1988: *Problemy eksploatacji złóż surowców skalnych w warunkach ograniczeń sozologicznych*. Zeszyty Naukowe AGH Kraków. Górnictwo 138: 77-87.
- SZLAGOWSKI A., 1991: *Wpływ górnictwa skalnego na środowisko przyrodnicze w kieleckim obszarze ekologicznego zagrożenia*. Sympozjum Naukowe *Kierunki modernizacji górnictwa*. 2. AGH Kraków: 141-153.

Changes of the natural environment caused by mining activity in regional and local monitoring

SUMMARY

Rock mining of the Kielce voivodeship takes the main position in the country in respect of mineral resources and the exploitation level. Together with development of exploitation harmful influence of mining activity on natural environment is observed. The most visible mainly in the area of a great concentration of exploitation, are changes of the face of the earth, soil and water conditions.

Blasting works influence the natural environment in a specific way.

Harmful influence of different mining factors on natural environment should be examined.

In the area of a big intensification of exploitation activity, the observation of the main menace is suggested in regional and local monitoring.