

Antoni KOT  
Gliwicka Spółka Węglowa SA, Gliwice

## SKUTKI TECHNICZNO – EKONOMICZNE BUDOWY AUTOSTRAD NA TERENACH GÓRNICZYCH

**Streszczenie.** W artykule przedstawiono warunki minimalizacji kosztów układu górnictwo-autostrady na podstawie rachunku ekonomicznego i systemu porozumień przedsiębiorca górniczy-budowniczy (użytkownik) autostrady.

## THE TECHNICAL AND ECONOMICAL RESULTS CONSTRUCTION OF THE MOTORWAYS ON MINING AREA

**Summary.** This article presents the conditions of reducing the costs of the mining-motorway system on the basis of economical account and the agreements between mine entrepreneur and motorway user.

### 1. Wprowadzenie

Jest oczywistą sprawą, że jeżeli nie skoordynujemy działań dla wybudowania nowoczesnych autostrad, możemy utracić atut centralnego położenia Polski w Europie. Górnictwo nie może więc przeszkadzać w realizacji tego celu. Z uwagi na stopniowe wyczerpywanie się złóż węgla i likwidację kolejnych kopalń rozbudowa portu lotniczego Katowice - Pyrzowice, nowoczesne drogi, a w szczególności węzeł autostrady A-1 i A-4, mogą się stać dla tego regionu niepowtarzalną szansą rozwoju.

Projektowanie, budowa i eksploatacja autostrad na terenach górniczych wymuszają potrzebę stworzenia warunków minimalizacji kosztów układu autostrady-górnictwo oraz racjonalnego wykorzystania zasobów węgla kamiennego zalegających w rejonie autostrad.

Dotychczasowe doświadczenia górnictwa pozwalają w ograniczonym zakresie na określenie zasad projektowania i budowy autostrad, dopuszczania i prowadzenia eksploatacji górniczej oraz prowadzenia zintegrowanego monitoringu autostrad.

Przepisy zalecają, aby autostrady omijały w szczególności tereny zalewowe, bagna, tereny osuwisk i tereny szkód górniczych. W trudnych warunkach, do których zalicza się szkody górnicze, dopuszcza się obniżenie prędkości projektowej do 100 km/h. Spośród bardzo wielu zaleceń i wymagań wymienić można trudne do spełnienia wymogi w stosunku do pochyłeń podłużnych, które nie powinny być mniejsze niż 0,3 % (0,5 % na odcinkach zacienionych) i nie większe niż: dla prędkości projektowanej 120 km/h - 4 %, a dla 100 km/h - 5 % oraz dla pochyłeń poprzecznych jezdni, które powinny być nie mniejsze niż 2 %, przy czym w złych warunkach dopuszcza się większe nachylenie, jednak nie większe niż 2,5 %.

Już z tych kilku uwarunkowań – kryteriów wynika, jak złożony jest problem ich zachowania w warunkach gęstej zabudowy i infrastruktury technicznej oraz prowadzonej eksploatacji górniczej. Najtrudniejsze jest zachowanie parametrów geometrycznych autostrad (w tym odpowiednich spadków profili podłużnych i poprzecznych), przy równoczesnej eksploatacji górniczej, nawet takiej, która powodować będzie jedynie deformacje powierzchni odpowiadające II kategorii wpływów w zakresie odkształceń poziomych. Dla maksymalnego wykorzystania złóż węgla zalegających w rejonie autostrad zasadnicze znaczenie będą miały warunki odwodnienia autostrady umożliwiające maksymalne obniżenie jej osi podłużnej.

Budowa i eksploatacja autostrad będzie miała zasadniczy wpływ na wyniki ekonomiczne działalności górniczej kopalń eksploatujących złoża w ich rejonie.

## 2. Doświadczenia niemieckie

W Polsce brak dotychczas wystarczających doświadczeń praktycznych dla oceny skutków techniczno-ekonomicznych budowy autostrad na terenach górniczych. Można się kierować jedynie doświadczeniem z eksploatacji górniczych pod drogami, doświadczeniami zagranicznymi i przesłankami teoretycznymi.

Na podstawie niemieckiej literatury fachowej, bezpośrednich wizji terenowych i szeregu konsultacji z niemieckimi fachowcami branży górniczej i budowlanej Rurhkohle Bergbau, dotyczących eksploatacji górniczej pod autostradami, można stwierdzić co następuje:

- 1) W Niemczech obowiązuje korzystne dla współpracy pomiędzy górnictwem a użytkownikami powierzchni, w tym zarządem autostrad, prawo górnicze, które

zobowiązuje obie strony w imię interesu społecznego do optymalizacji zasad współistnienia. Ponieważ autostrady w Niemczech są własnością państwa, zasada nadrzędności interesu społecznego jest łatwa do realizacji.

Przyjęta została wykładnia prawa, że przy budowie nowych odcinków autostrad kosztów profilaktycznego ich zabezpieczenia przed wpływami eksploatacji górniczej (które określa górnictwo) nie ponosi ten, który prawnie pierwszy posiada usankcjonowaną swoją działalność.

W przypadku gdy plany eksploatacji nie są jeszcze zaakceptowane, a projekty budowy autostrady są usankcjonowane prawnie, to koszty profilaktycznego ich zabezpieczenia przed wpływami eksploatacji górniczej pokrywa w Niemczech przedsiębiorca górniczy.

2) Faktem bezspornym jest, że w Niemczech pod autostradami prowadzona jest od kilkudziesięciu lat eksploatacja górnicza powodując określone skutki, w postaci:

- pogorszenia jakości lub uszkodzeniami nawierzchni, prowadzącymi do zmniejszenia prędkości ruchowej, a często wyłączenia pasa ruchu celem jego naprawy,
- konieczności naprawy obiektów inżynierskich.

Zabezpieczenia obejmują w zasadzie obiekty inżynierskie, głównie mosty.

Za utrzymanie autostrady w czasie jej eksploatacji odpowiada zarząd autostrady, którego służba utrzymania ruchu, oprócz codziennych przejazdów i wizualnego przeglądu drogi pod względem bezpieczeństwa ruchu, zwraca szczególną uwagę na miejsca, w których mogą wystąpić szkodliwe oddziaływania eksploatacji górniczej. Koszty takich wzmożonych obserwacji pokrywa w połowie górnictwo.

Wypracowane zostały zasady współpracy zarządu autostrad z Ruhrkohle Bergbau. Za wiedzą urzędów górniczych, w odstępach rocznych, odbywają się narady z udziałem zainteresowanych stron, na które przygotowany jest materiał przedstawiający w szczególności prognozowane miejsca i wielkości przewidywanych wpływów eksploatacji górniczej. Z narady sporządzany jest protokół zobowiązujący strony do działań zapewniających bezpieczeństwo ruchu na autostradach i likwidację szkód górniczych. Dla celów ruchowych takie narady odbywają się w węższych gronach osób w okresach kwartalnych.

Z przeglądu eksploatacji dokonanej i projektowanej wynika, że pod autostradami prowadzona jest eksploatacja na głębokościach 800 ÷ 1200 m o grubości 1 ÷ 2 m systemem zawałowym (rys. 1). W polskich uwarunkowaniach powodowałaby ona deformacje powierzchni odpowiadające I - II kategorii wpływów. Warunki techniczno-

ekonomiczne górnictwa niemieckiego, wymuszające duże prędkości eksploatacji, spowodowały, że wskutek eksploatacji górniczej na powierzchni powstają deformacje nieciągłe, co może stanowić duże zagrożenie dla bezpieczeństwa ruchu na autostradach.

- 3) Koszty likwidacji szkód górniczych w autostradach pokrywa górnictwo. Na jego koszt prowadzone są również specjalistyczne obserwacje geodezyjne, co ma często miejsce dla obiektów mostowych lub rejonów zagrożonych deformacjami nieciągłymi.

Dotychczas nie wystąpił problem odszkodowania za utracony zysk wynikający ze zmniejszenia prędkości ruchowej pojazdów na autostradach, gdzie występują i likwidowane są szkody górnicze.

- 4) Rejony autostrad, w których występowały wpływy eksploatacji górniczej, charakteryzują się gorszym, mimo naprawy bieżącej, stanem nawierzchni, często z ograniczeniami prędkości do 60 i 80 km/h oraz często niewłaściwymi spadkami w profilach poprzecznych. Ich szkodliwość była widoczna w warunkach dużych opadów.
- 5) Konsultanci niemieccy zgadzali się z tezą, że w warunkach budowy autostrad płatnych i to prywatnych współpraca między zarządcą autostrady a górnictwem może się nie układać tak wzorowo. W koncesji na budowę i eksploatację autostrad należy określać jednoznacznie uwarunkowania górnicze i sposób finansowania zabezpieczeń profilaktycznych w czasie jej budowy.



Rys. 1. Przykład eksploatacji górniczej w Niemczech  
Fig. 1. Example of mining exploitation in Germany



### 3. Dotychczasowe polskie doświadczenia

W Polsce problemy związane z koegzystencją autostrad z eksploatacją górnictwem szczególnie rozpatrywano na konferencji w Głównym Instytucie Górnictwa [1], gdzie między innymi zwrócono uwagę na to, że:

- 1) Autostrada wraz z obiektami towarzyszącymi wymagać będzie spełnienia warunków dotyczących ochrony przed szkodami górnictwem, gwarantujących utrzymanie podstawowych jej celów, to jest prędkości poruszania się pojazdów i komfortu ruchu drogowego. Takie wymagania mogą zapewnić deformacje powierzchni powodowane wpływami eksploatacji górnictwem nieprzekraczające II kategorii wpływów.
- 2) Możliwe jest dopuszczenie większych deformacji podłoża trasy autostrady (nieprzekraczających III kategorii) jednak z założeniem okresowego złagodzenia wymagań odnośnie do komfortu jazdy i koniecznością prowadzenia remontu nawierzchni. Szczególnego znaczenia nabiera profilaktyka budowlana i górnictwem.
- 3) Umowa koncesyjna dla zarządzającego autostradą powinna zawierać ustalenia dotyczące wpływów eksploatacji górnictwem. Powinno dojść do efektywnej współpracy pomiędzy górnictwem a drogownictwem, uściślonej „Porozumieniem”.
- 4) Należało by rozpocząć działania mające na celu opracowanie złagodzonych warunków techniczno – budowlanych oraz warunków użytkowania autostrady w obszarach wpływów eksploatacji górnictwem.
- 5) Autostrada będąc obiektem budowlanym musi być projektowana, budowana i utrzymywana zgodnie z przepisami techniczno–budowlanymi, polskimi normami oraz zasadami wiedzy technicznej, w sposób zapewniający bezpieczeństwo konstrukcji, użytkowania itd. A więc musi być zbudowana zgodnie z warunkami określonymi w decyzji lokalizacyjnej, w wymaganych przepisami opiniach i uzgodnieniach.

### 4. Minimalizacja kosztów układu górnictwo - autostrady

Skutki techniczno–ekonomiczne budowy autostrady na terenach górnictwem przedstawia rysunek 2. Wynika z niego, że przedstawione skutki przejawiają się w postaci:

- 1) dla górnictwa:
  - utraty zasobów węgla przewidzianych do wybrania, a więc utraty praw koncesyjnych,

- skrócenia żywotności kopalni i jej poziomów, co można określić utraconymi kosztami prac geologicznych ( $K_r$ ), budowy kopalni i budowy poziomu ( $K_i$ ),

$$K_z = K_r + K_i$$

- straty kosztów udostępnienia partii złoża wyłączonej z eksploatacji ( $K_u$ ),
- przyrostu kosztów prowadzenia eksploatacji w warunkach skrępowanych ( $\Delta K_e$ ),
- straty kosztów udostępnienia partii złoża wyłączonej z eksploatacji ( $K_u$ ),
- przyrostu kosztów prowadzenia eksploatacji w warunkach skrępowanych ( $\Delta K_e$ ),
- kosztów likwidacji szkód górniczych na szlaku i w obiektach autostrady ( $K_{sz}$ ),
- kosztu monitoringu autostrady ( $K_m$ ).

A więc koszty ponoszone przez górnictwo to:

$$K_g' = K_r + K_i + K_u + \Delta K_e + K_{sz} + K_m$$

W rachunku kosztów należałoby również uwzględnić utracone zyski na skutek pozostawienia zasobów ( $Z_g$ ), wtedy:

$$K_g = K_g' + Z_g$$

2) dla budowniczych i użytkowników autostrad:

- zwiększonego kosztu budowy autostrady na terenach zdegradowanych ( $K_b$ ),
- kosztu zabezpieczenia szlaku autostrad i obiektów towarzyszących ( $K_z$ ),
- zwiększonego kosztu utrzymania autostrad ( $K_j$ ).

A więc koszty ponoszone przez autostrady to:

$$K_a = K_b + K_z + K_j$$

Minimalizacja kosztów układu górnictwo – autostrady może polegać na uzyskaniu minimum sumy tych kosztów

$$f(K) = f(K_g) + f(K_a) = \text{minimum}$$

Wydaje się być oczywiste, że konieczne jest zastosowanie wszelkich metod i środków zmierzających do osiągnięcia najmniejszych kosztów.

Dla górnictwa jest to:

- zminimalizowanie wielkości utraconych zasobów węgla,
- zminimalizowanie niewykorzystanych nakładów na udostępnienie i eksploatację wyłączonych partii złoża,
- uwzględnienie w projektach docelowej eksploatacji złóż w rejonie autostrady realnych wielkości zasobów możliwych do wybrania.

Dla autostrad to:

- wybór trasy przez tereny możliwie najmniej zdegradowane,
- zminimalizowanie zakresu profilaktyki przed wpływami eksploatacji górniczej,
- zminimalizowanie utrudnień wynikających z wpływów eksploatacji górniczej w czasie pracy autostrady,
- zabezpieczenie odwodnienia autostrady na cały okres wpływów eksploatacji górniczej.

O złożoności metody poszukiwania minimum takiej sumy kosztów decydują, oprócz elementów ryzyka górniczego, geologicznego i budowlanego, zmieniające się w czasie koszty i ceny produkcji górniczej węgla, materiałów budowlanych, itd. Niemniej o takiej minimalizacji musimy decydować już dzisiaj i to w taki sposób, by stworzyć warunki jej realizacji w przyszłości.

Korzystne dla minimalizacji kosztów układu byłyby między innymi:

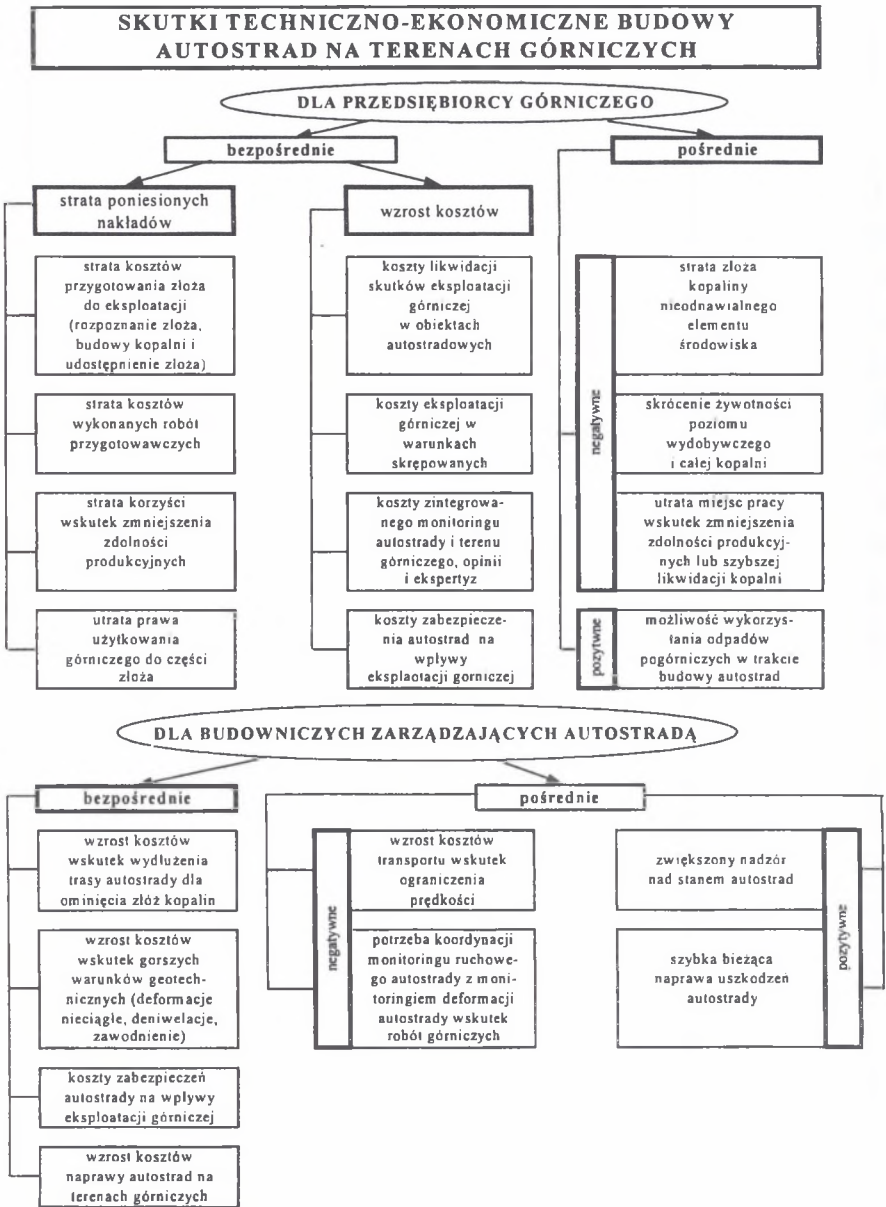
- wybranie możliwie jak najwięcej zasobów węgla w rejonie projektowanej trasy autostrady jeszcze przed rozpoczęciem jej budowy lub w pewnym zakresie jeszcze w trakcie budowy,
- takie zaprojektowanie profili autostrady, bieżąco kontrolowanych, aby uwzględniały one prognozy ich zmian wskutek prowadzonej eksploatacji górniczej i możliwe było ich korygowanie w dłuższych odstępach czasu. Warunki minimalizacji kosztów układu autostrady – górnictwo powinny zostać wypracowane w bezpośredniej współpracy projektantów, budowniczych i zarządzających autostradą ze specjalistami górnictwa i budownictwa lądowego.

Warunki minimalizacji kosztów układu autostrady – górnictwo powinny zostać wypracowane w bezpośredniej współpracy projektantów, budowniczych i zarządzających autostradą ze specjalistami górnictwa i budownictwa lądowego.

## **5. Koezystencja budowy i eksploatacji autostrad na terenach górniczych**

Podstawowy warunek koezystencji budowy i eksploatacji autostrad na terenach czynnych kopalń węgla kamiennego to wzajemne porozumienie zainteresowanych stron, rzetelna wzajemna informacja i dążenie do poszukiwania optymalnych rozwiązań na wszystkich etapach przygotowania inwestycji, ich realizacji a potem działalności. Problemy koezystencji układu górnictwo - autostrada wykraczają znacznie poza ramy artykułu. Stąd ograniczono się jedynie do przedstawienia:

- zasad opracowywania prognoz wpływów eksploatacji górniczej na autostradę - tabela 1,
- zasad koegzystencji układu autostrady – górnictwo – rys. 3.



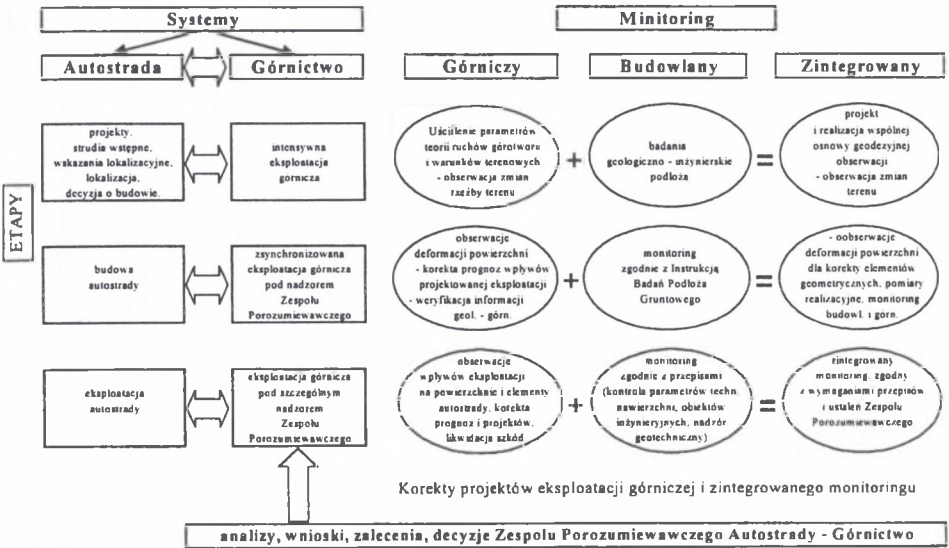
Rys. 2. Skutki techniczno-ekonomiczne budowy autostrad na terenach górniczych  
 Fig. 2. The technical and economical result of the motorways-mining's system



Tabela 1

Zasady opracowywania prognoz wpływów eksploatacji górniczej na autostradę

Faza eksploatacji złoża w rejonie autostrady	Zakres opracowywania prognoz wpływów eksploatacji górniczej
a) Faza koncepcji trasy i wskazań lokalizacyjnych autostrady	Określenie warunków geologiczno-górnictwowych, hydrogeologicznych oraz stanu zdegradowania terenu górnictwowego: - stosunki wodne, - reprognoza wpływów, - płytka eksploatacja, pustki, wyrobiska, - występowanie deformacji nieciągłych, uskoków.
b) Faza lokalizacji i projektów technicznych autostrady	Prognozy wpływów eksploatacji górniczej w układzie dynamicznym. Wielowariantowe prognozy dla wypracowania warunków koegzystencji. Kontrola stanu zdegradowania terenu, badania podłoża autostrady.
c) Faza budowy autostrady	Zintegrowany monitoring wpływów eksploatacji. Prognozy szczegółowe wpływów eksploatacji weryfikowane i korygowane zgodnie z „Porozumieniem” i warunkami koegzystencji przez Zespół Porozumiewawczy. Korekty profilaktyki górniczej i budowlanej.
d) Faza eksploatacji autostrady	Prognozy szczegółowe weryfikowane zintegrowanym monitoringiem i ich korekta. Korekta projektów eksploatacji złoża według wskazań Zespołu Porozumiewawczego.



Rys. 3. Zasady racjonalnej koegzystencji układu autostrady-górnictwo  
Fig. 3. Bases of coexistence of system motorways-mining industry

## 6. Wnioski

1. Opracowanie i wdrożenie metod analitycznych, umożliwiających minimalizację kosztów układu górnictwo – autostrady, jako podstawy ich koegzystencji i wypracowywania kompromisów jest obok wdrożenia zintegrowanego monitoringu środowiska istotne dla efektywnego działania Zespołów Porozumiewawczych złożonych z przedsiębiorstw górniczych i inwestorów (budowniczych) autostrad.
2. Zadaniem Zespołów Porozumiewawczych jest: kontrola realizacji „Porozumienia ...”, akceptacja niezbędnych korekt w projektach technicznych, nadzór nad eksploatacją górnictw z synchronizowaną z budową autostrady, analiza wyników zintegrowanego monitoringu, analiza wpływów eksploatacji górniczej, wypracowanie zaleceń profilaktyki górniczej i budowlanej oraz wypracowanie korekt zintegrowanego monitoringu.
3. Tezy konsultacji przeprowadzonych w Niemczech mogłyby stanowić podstawę aktualizacji porozumień pomiędzy przedsiębiorcami górniczymi a budowniczymi autostrad, a w szczególności powołania Zespołów Porozumiewawczych i ustalenia zakresu oraz sposobu ich działania.

## LITERATURA

1. Prace Naukowe GIG, Seria Konferencje Nr 25, Katowice 1998 r. Autostrady na terenach górniczych.
2. Kot A., Świątkiewicz A., Kot M.: Koncepcja prowadzenia monitoringu budowy i eksploatacji autostrad poddawanych wpływom eksploatacji górniczej; Materiały Pokonferencyjne 9. Międzynarodowego Sympozjum FIG na temat pomiarów deformacji; Olsztyn, wrzesień 1999 r. (w języku angielskim).
3. Kot A.: Optymalizacja układy górnictwo – autostrady w warunkach koegzystencji budowy i eksploatacji autostrad z działalnością kopalń węgla kamiennego. X Szkoła Eksploatacji Podziemnej, Kraków 2001 r.
4. Ocena wpływu wymogów techniczno – geologicznych budowy autostrady A-4 oraz kosztów przygotowania do tych wymogów eksploatowanych obszarów górniczych kopalń GSW SA. Praca pod kierunkiem A. Kota, marzec 1995 – nieopublikowana.
5. Ocena skutków techniczno – ekonomicznych budowy i eksploatacji autostrady A-1 dla kopalń GSW SA. Praca pod kierunkiem A. Kota, lipiec 1996 – nieopublikowana.

**Abstract**

The basic condition of co-existence of construction and exploitation of motorway in mining areas is the mutual agreement between interested parties, sufficient information and the pursuit for finding optimal solutions at every stage of the undertaking preparation, their realisation and bilateral activity. In addition, the awareness of risk elements in case of unverified preventive measures taken, in necessary as well as accuracy in realisation of projects. This applies also to the elements of geologic and mining risk in the process of deposit exploitation. The scope of co-existence of motorway and mining activity is quite extensive. The possibility of co-existence of mining activity and the motorway ensures properly realised and applied integrated monitoring.

Hence, appropriate methods of economic calculation are necessary to enable taking optimal decisions in the context of integrated monitoring of the mining system ( $K_g$ ) – motorways ( $K_a$ ), in order to make the expenses of the whole system the smallest.

$$F(k) = F(K_g) + f(K_a) = \text{minimum.}$$

In this article, the elements of the function of the expenses of the mining system-motorways were shown.