

Andrzej JELEŃSKI  
Eligiusz JĘDRZEJEC  
Andrzej KOWALSKI  
Główny Instytut Górnictwa, Katowice

## WPLYW EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ NA AUTOSTRADY

**Streszczenie.** Scharakteryzowano deformacje podłoża autostrady wywołane działalnością górnictwem kopalń węgla kamiennego w rejonie autostrady oraz przedstawiono kryteria ochrony autostrady podczas jej budowy, a następnie podczas użytkowania. Przedstawiono również cel monitoringu autostrady i zakres prac związanych z jego realizacją.

## INFLUENCE OF MINING EXPLOITATION OVER HIGHWAYS

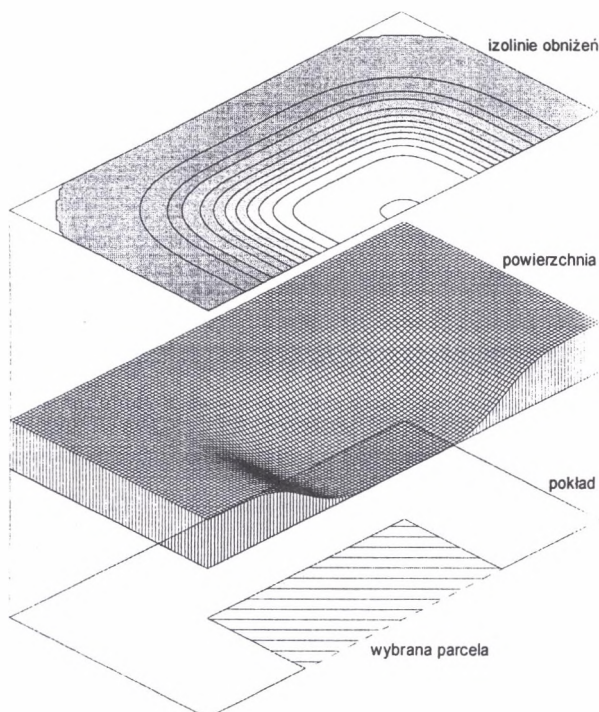
**Summary.** This paper characterizes deformations of a highway subgrade made by activities of coal mines in the area of the highway. It also describes criteria of a highway protection during the time of its building and using. There is also the aim of highway monitoring presented and the range of work connected with its realization is described.

### 1. Wstęp

Budowane autostrady na obszarze Górnośląskiego Zagłębia Węglowego (rys.1) są i będą w przyszłości narażone na deformacje spowodowane eksploatacją górnictwem. Wynika to z faktu, że zarówno autostrada A4, jak i A1 są budowane i projektowane na czynnych terenach górniczych. Na obszarach górniczych kopalń: „Niwka-Modrzejów”, „Mysłowice” i „Wieczorek” oraz w części wschodniej obszaru górniczego kopalni „Katowice-Kleofas” autostrada A4 na odcinku około 12 km jest już użytkowana. Na pozostałym około 24-kilometrowym odcinku autostrada ta jest projektowana na obszarach górniczych ośmiu kopalń. W przypadku autostrady A1, której długość w województwie śląskim ma wynosić około 130 km, na czynnych obszarach górniczych planowany jest około 60-kilometrowy jej odcinek. W skali kraju, mając na uwadze zakładaną długość autostrad równą około 2550 km,



wystąpieniem maksymalnych obniżeń  $w_{max}$  w jednym punkcie, lub niecka nadpełna wykazująca obniżenia maksymalne w pewnym płaskim obszarze środkowym (rys. 2).



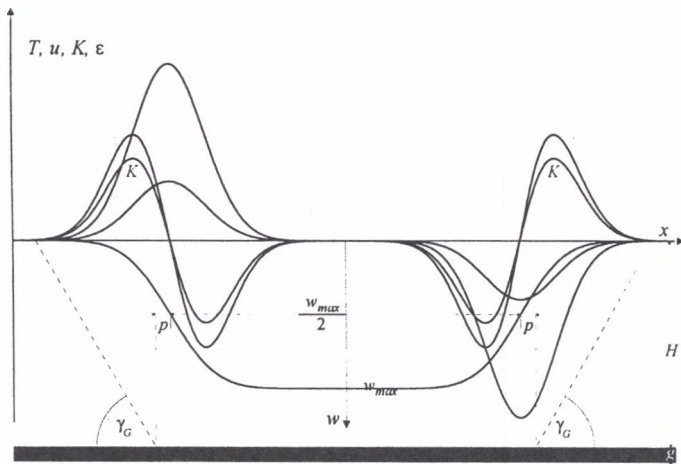
Rys.2. Ciągłe deformacje powierzchni nad wybraną przestrzenią  
Fig.2. Continuous deformations of land surface under exploited volume

Obniżeniom powierzchni towarzyszą jej przemieszczenia poziome. Największe ich wartości występują w rejonie krawędzi eksploatacyjnych, a najmniejsze w centralnej części niecki.

Z uwagi na sposób ujawniania się deformacji na powierzchni i czas ich ujawniania się możemy wyróżnić deformacje ciągłe i deformacje nieciągłe (sposób) oraz deformacje nieustalone i deformacje ustalone (czas).

Deformacje ciągłe powierzchni, charakteryzujące się łagodnym jej obniżeniem, o zasięgu znacznie wykraczającym poza kontury eksploatacji, opisuje się wskaźnikami (rys. 3):

- przemieszczenia pionowego (obniżeniem)  $w$ ,
- przemieszczenia poziomego  $u$ ,
- nachylenia  $T$ ,
- krzywizny (wypukłą lub wklęsłą)  $K$ ,
- odkształcenia poziomego (ściskającym lub rozciągającym)  $\epsilon$ .



Rys.3. Schemat rozkładu ciągłych deformacji powierzchni wzdłuż profilu nad eksploatacją dużego pola:  $w$  – obniżenia,  $T$  – nachylenia,  $u$  – przemieszczenia poziome,  $\varepsilon$  – odkształcenia poziome,  $K$  – krzywizny,  $p$  – obrzeże eksploatacyjne,  $\gamma_G$  – kąt zasięgu wpływów granicznych,  $H$  – głębokość eksploatacji,  $g$  – grubość pokładu

Fig.3. Illustrating the distribution of continuous deformations of land surface along extraction large panel:  $w$  – subsidence,  $T$  – slope,  $u$  – horizontal displacement,  $\varepsilon$  – horizontal deformation,  $K$  – curvature,  $p$  – periphery,  $\gamma_G$  – angle of draw,  $H$  – depth,  $g$  – extraction height

Prognozowane ciągłe deformacje powierzchni w stosunku do wartości rzeczywistych cechują się pewnym rozproszeniem, które w warunkach polskich zagłębi węglowych dla poszczególnych wskaźników wynosi:

- obniżenia  $\pm 4\%$ ,
- nachylenie  $\pm 13\%$ ,
- krzywizny  $\pm 43\%$ ,
- przemieszczenia poziome  $\pm 13\%$ ,
- odkształcenia poziome od  $\pm 20$  do  $\pm 30\%$ .

Z kolei deformacje nieciągłe powierzchni to szczeliny, progi, spękania, zapadliska (regularne bądź nieregularne leje), których rozmiary zależą od warunków eksploatacji. Występują one głównie przy płytkich eksploatacjach, których głębokość jest zazwyczaj mniejsza od 80 m. Deformacje nieciągłe mogą występować również przy większych głębokościach eksploatacji, głównie na skutek:

- prowadzenia eksploatacji z bardzo dużą prędkością (np. ponad 200 m/miesiąc),
- utworzenia w kilku pokładach lub warstwach wspólnej krawędzi eksploatacyjnej.

W przeciwieństwie do deformacji ciągłych deformacje nieciągłe nie towarzyszą każdej eksploatacji. Mogą one występować bezpośrednio po eksploatacji, a także kilkadziesiąt lat po

niej. Ponieważ są zjawiskami o bardzo szybkim przebiegu, a czasem nawet nagłym, deformacje nieciągłe stanowią poważne zagrożenie dla obiektów na powierzchni.

Z uwagi na czas, w jakim występują deformacje ciągłe, dzieli się je na nieustalone i ustalone.

Deformacje nieustalone występują po rozpoczęciu eksploatacji, w czasie jej trwania i przez pewien czas po zakończeniu eksploatacji. Są to deformacje chwilowe, zależne od czasu, w którym są określane.

Deformacje ustalone występują po zakończeniu eksploatacji i często są one nazywane końcowymi lub asymptotycznymi. W praktyce występują w okresie od kilku miesięcy do kilku lat po zakończeniu eksploatacji. Po dłuższym okresie od czasu zakończenia eksploatacji mogą również występować niewielkie deformacje nazywane wiekowymi.

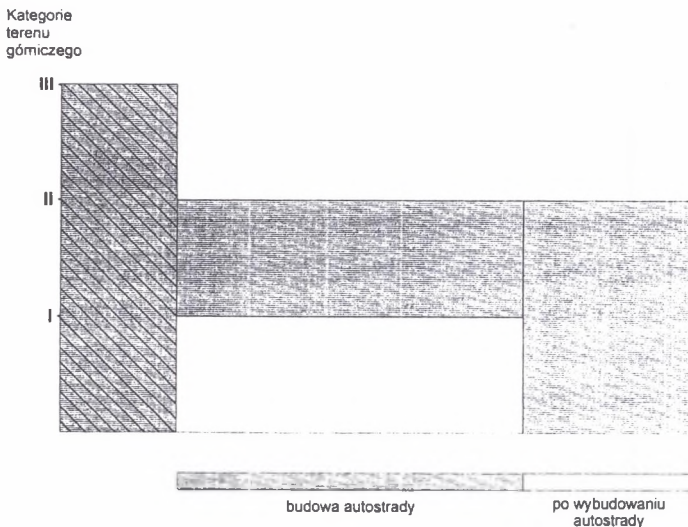
Prognozy poszczególnych rodzajów deformacji oddziałujących na drogi powinny zawsze podawać przewidywane obniżenia ( $w$ ) wzdłuż jej trasy i krzyżujących się z nią innych tras komunikacyjnych, wzdłuż rzek, rowów itp., a w przypadku spodziewanych niekorzystnych zmian stosunków wodnych, również na obszarach, gdzie wymagane będzie opracowanie projektów odwodnienia. Dla ułatwienia prac projektowych można też podać wartości przewidywanych pochyleń w kierunku osi drogi i w kierunkach do niej prostopadłych. Spodziewane wartości wskaźników deformacji, takich jak: odkształcenie ( $\epsilon$ ), krzywizny ( $K$ ) lub ich promienie ( $R$ ) oraz ich charakter, określać należy dla wybranych budowli i obiektów inżynierskich związanych z budowaną autostradą [1, 2, 5].

W odniesieniu do obiektów mostowych wskazane jest także określenie poziomych i pionowych składowych przemieszczeń punktów charakteryzujących przemieszczenia podpór i określających szerokości potrzebnych dylatacji. Prognozy powinny również określać wartości wskaźników deformacji czasowo-ekstremalnych. Interpretując prognozę deformacji, należy uwzględnić rozproszenie losowe procesu deformacji.

### 3. Kryteria ochrony autostrad

Warunki, jakie powinny spełniać autostrady w odniesieniu do wymaganych parametrów technicznych gwarantujących odpowiedni poziom bezpieczeństwa, przy zachowaniu prędkości i komfortu ruchu drogowego, zawarte są w Wytycznych [7] i Rozporządzeniu [6]. Zachowanie tych warunków powoduje jednak ograniczenia w prowadzeniu eksploatacji górniczej w rejonie autostrad.

Rozporządzenie oraz Wytyczne projektowania autostrad wyraźnie nie nakładają obowiązku liczenia się z możliwością występowania wpływów eksploatacyjnych na autostradę, lecz zalecają omijanie terenów, pod którymi prowadzona jest eksploatacja górnicza. Uwzględniając dotychczasowe doświadczenia z zakresu oddziaływania wpływów eksploatacji górnicznej na drogi oraz wymagania dotyczące zachowania odpowiednich parametrów technicznych autostrad [3, 4, 7], uznano, że oddziaływania górniczne podczas budowy autostrady oraz po jej wybudowaniu, charakteryzujące się wskaźnikami deformacji jak dla II kategorii terenu górniczego, mogą być dla autostrad dopuszczalne (rys. 4).



Rys.4. Kryteria ochrony autostrady  
Fig.4. The criteria of motorway protection

Autostrady i obiekty autostradowe na obszarach górnicznych są budowane podczas prowadzenia eksploatacji górnicznej przez poszczególne kopalnie. Problemy związane z budową autostrad podczas ujawniania się deformacji powierzchni będą niewątpliwie zależały od wielkości tych deformacji. Problemów tych nie da się w pełni ocenić, gdyż zarówno rozpoznanie warunków geologicznych zalegania złoża, jak i harmonogramy eksploatacji górnicznej nie są na tyle dokładne, by w sposób nie budzący wątpliwości pozwalały one określić wielkości spodziewanych deformacji w każdym miejscu i czasie. Stąd też, z uwagi na ochronę autostrady, kierowano się zasadą minimalizacji wpływów eksploatacyjnych w takim stopniu, by podczas realizacji poszczególnych odcinków i obiektów autostrady podłoże autostrady nie było poddawane przyrostom deformacji przekraczającym wartości wskaźników jak dla I kategorii terenu górniczego. Minimalizacja wpływów eksploatacyjnych na autostradę powinna być zapewniona przede wszystkim przez ograniczenie wielkości i prędkości

narastania deformacji w czasie. Stwarza to możliwość takiej koordynacji harmonogramów budowy autostrady z harmonogramem eksploatacji górniczej, by budowa poszczególnych obiektów odbywała się w najbardziej korzystnych okresach czasu, kiedy na powierzchni występują najmniejsze deformacje. W tym celu niezbędny jest monitoring deformacji autostrady i współdziałanie budowniczych autostrady oraz górnictwa. Przy określaniu zakresu eksploatacji w rejonie autostrady z uwagi na jej ochronę uwzględniać należy realia górnicze, wynikające przede wszystkim z zakresu wykonanych już robót udostępniających i przygotowawczych oraz poniesionych przez kopalnię z tego tytułu nakładów finansowych.

#### 4. Monitoring autostrady

Lokalizacja budowanej autostrady A4 i projektowanej autostrady A1 na terenach górniczych czynnych kopalń węgla kamiennego powoduje, że autostrady te podczas ich budowy, a potem użytkowania, podlegać będą deformacjom. Wynikające z tego powodu problemy wymagają koordynacji działań ze strony budowniczych autostrad i ich koncesjonariusza oraz górnictwa. Jednym z elementów tej koordynacji powinien być monitoring podłoża autostrady i wybranych obiektów inżynierskich. O potrzebie prowadzenia monitoringu autostrady jest również mowa w Rozporządzeniu Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 14 maja 1997 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych.

Celem monitoringu autostrady powinno być: określenie rzeczywistych deformacji podłoża autostrady oraz wybranych obiektów inżynierskich na podstawie odpowiednio zaprojektowanych i wykonanych pomiarów geodezyjnych, ocena wyników pomiarów oraz bieżące formułowanie wniosków odnośnie do ewentualnej potrzeby stosowania profilaktyki budowlanej lub górniczej, aby utrzymać założone parametry autostrady.

Monitoring autostrady należy wykonywać w okresie jej budowy (I etap monitoringu) i po wybudowaniu autostrady (II etap).

W I etapie prace związane z monitoringiem powinny dotyczyć wykonania projektu monitoringu i jego technicznej realizacji w terenie. Projekt monitoringu powinien zawierać:

- bazy danych dotyczących realizowanej i projektowanej eksploatacji górniczej w rejonie autostrady,
- dopuszczalne wartości deformacji podłoża autostrady i obiektów inżynierskich podczas budowy autostrady i jej użytkowania,

- szczegółowe prognozy deformacji podłoża autostrady w dostosowaniu do harmonogramu budowy,
- projekt obserwacji deformacji podłoża autostrady i wybranych obiektów inżynierskich,
- sposób prezentowania i wykorzystania prognoz i wyników obserwacji autostrady.

W II etapie realizacji monitoringu, obejmującym okres użytkowania autostrady, należy zweryfikować projekt monitoringu, dostosowując zakres i sposób wykonywania obserwacji autostrady do programu eksploatacji górniczej w rejonie autostrady. W tym etapie monitoringu formułowane byłyby wnioski odnośnie do relacji między kryterialnymi wartościami deformacji autostrady a deformacjami pomierzonymi oraz ewentualnych potrzeb stosowania działań profilaktycznych.

Częstotliwość wykonywania obserwacji geodezyjnych w I i II etapie monitoringu autostrady powinna być uzależniona od szybkości ujawniania się wpływów eksploatacji górniczej. Uzasadnione jest, aby baza danych z monitoringu autostrady była zintegrowana z systemem zarządzania autostradą.

## 5. Podsumowanie

Budowana aktualnie na terenie aglomeracji śląskiej autostrada A4 pomiędzy węzłami Sośnica w Gliwicach i Murckowska w Katowicach przebiega przez obszary górnicze ośmiu czynnych kopalń węgla kamiennego wchodzących w skład Gliwickiej i Rudzkiej Spółki Węglowej oraz Katowickiego Holdingu Węglowego. Wymienione Spółki posiadają do 2020 roku koncesje na eksploatację górnictwem węgla kamiennego w rejonie budowanej autostrady. Również w przypadku autostrady A1, której długość w województwie śląskim ma wynosić 130 km, połowa trasy autostrady zlokalizowana jest na czynnych obszarach górniczych. Konsekwencją takiej lokalizacji obu autostrad jest to, że zarówno podczas ich budowy, jak i późniejszej eksploatacji, będą one poddawane deformacjom górniczym. Chodzi o to, aby deformacje te miały charakter deformacji ciągłych i nie były większe od wartości przyjętych w kryteriach ochrony autostrady. Zachowanie tych warunków wymaga wspólnych działań budowniczych autostrady i kopalń, które prowadzą i projektują dalszą eksploatację górnictwem w rejonie autostrady. Działania te mogą być realizowane w ramach monitoringu autostrady, którego celem jest:



- koordynacja harmonogramów budowy poszczególnych odcinków trasy autostrady i obiektów inżynierskich oraz projektów eksploatacji górniczej w rejonie autostrady w aspekcie zachowania przyjętych kryteriów ochrony autostrady oraz zminimalizowania ograniczeń działalności górniczej,
- ocena rzeczywistych wartości deformacji podłoża autostrady i towarzyszących obiektów inżynierskich oraz formułowanie wniosków dotyczących ewentualnego stosowania profilaktyki górniczej lub budowlanej (lub obu profilaktyk) dla utrzymania parametrów ruchowych autostrady,
- określanie okresowo deformacji autostrady po jej wybudowaniu dla eliminowania sytuacji konfliktowych pomiędzy koncesjonariuszem autostrady a górnictwem na tle szkód powstałych w autostradzie,
- ustalenie rodzaju i zakresu prac profilaktyczno-naprawczych podczas użytkowania autostrady.

Realizacja wymienionych działań powinna poważnie ograniczyć problemy techniczne związane najpierw z budową autostrady, a następnie z jej użytkowaniem.

## LITERATURA

1. Jędrzejec E., Kowalski A., Zawora J.: Problemy budowy autostrad na czynnych terenach górniczych. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa nr 25. Seria Konferencje: Autostrady na terenach górniczych. Katowice 1998.
2. Kowalski A., Zawora J., Sobuła M.: Wpływ eksploatacji górniczej na autostrady. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa nr 25. Seria Konferencje: Autostrady na terenach górniczych. Katowice 1998.
3. Kwiatek J., Jeleński A.: Uwarunkowania górnicze związane z budową autostrad. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa nr 25. Seria Konferencje: Autostrady na terenach górniczych. Katowice 1998.
4. Kwiatek J., Jeleński A., Kowalski A., Zawora J.: Autostrady na terenach górniczych. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa nr 30. Seria Konferencje: Miernictwo górnicze i ochrona terenów górniczych na przełomie wieków. Katowice 1999.
5. Praca zbiorowa pod kierunkiem Kwiatka J.: Ochrona obiektów budowlanych na terenach górniczych. Wydawnictwo Głównego Instytutu Górnictwa. Katowice 1997.

6. Rozporządzenie Ministra Transportu i Gospodarki Morskiej z dnia 14 maja 1997 r. w sprawie przepisów techniczno-budowlanych dotyczących autostrad płatnych (DzU nr 62, poz. 392).
7. Wytyczne projektowania dróg I i II klasy (WPD-1). Warszawa 1995.

Recenzent: Dr inż. Barbara Strycharz

### Abstract

Motorways and other structures will be constructed on mining exploitation areas. Therefore, there are requirements to comply with as far as the criteria of motorway protection are concerned providing an expected standard of road safety. Regarding our experience of the mining exploitation effect on roads and the requirements of technical parameters for motorways it can be acknowledged that the mining effect characterized by the same coefficients as for the II category of mining land may be acceptable. A horizontal subgrade deformation as a result of the exploitation effect should not exceed  $\varepsilon = \pm 3$  mm/m. However, the reduction of the exploitation effect to a defined value causes not only basic problems with their construction but essentially affects the coal-mine work and limits the range of exploitation. Moreover, the cost of exploitation increases, certain economic and social consequences should be expected. Seeing the necessity of road making the limitations related to it should be acceptable both from social and economic reasons.