ZESZYTY NAUKOWE POLITECHNIKI ŚLĄSKIEJ 2000
Seria: GÓRNICTWO z. 246 Nr kol.1480

Jan BIAŁEK, Ryszard MIELIMĄKA
Politechnika Śląska, Gliwice

# OCENA SKUTKÓW ODDZIAŁYWANIA EKSPLOATACJI O ZNACZNYCH POSTĘPACH NA ZABUDOWĘ JEDNORODZINNĄ

**Streszczenie.** Przedmiotem artykułu jest ocena wpływu eksploatacji o zwiększonych postępach na obiekty budowlane o zwartej budowie i niedużych rozmiarach, jakimi są najczęściej budynki jednorodzinne. Przedstawiono rezultaty niektórych polskich badań naukowych z zakresu tej tematyki oraz podano przykład analizy skutków szybkiej eksploatacji o postępie ok. 5,5 m/dobę na powierzchnię terenu i zabudowę jednorodzinną. Stwierdzono, że nie istnieje jakościowy wpływ prędkości postępu frontu ścianowego na kształt niecki obniżeniowej oraz że nie występuje istotny związek pomiędzy prędkością eksploatacji a wielkościami szkód w budynkach jednorodzinnych zabezpieczonych na wpływy III i IV kategorii.

# ASSESSMENT OF THE INFLUENCE EXERTED BY FAST ADVANCE MINING PROCESS ON SINGLE FAMILY HOUSES

**Summary.** The paper presents the assessment of fast advance mining process on building development of compact character and small size, commonly represented by such building structures as single family houses. The results of some Polish investigation studies covering that subject have been presented, as well as an example of the analysis involving the influence of fast advance mining, with the advance rate ca. 5.5 m/24h, on surface area and single family houses. The obtained results show that there is no qualitative influence of the rate of longwall front advance on the shape of subsidence trough, and that there is no significant connection between the advance rate and damage done to single family houses protected against the influence of the III and IV categories.

## 1. Wprowadzenie

Problem wpływu wielkości postępu wybieranych ścian na wielkość deformacji powstających na powierzchni, jak i na prędkość ich ujawniania się jest jednym z

ważniejszych zagadnień z zakresu szkód górniczych. Tematyka ta staje się szczególnie istotna obecnie, w dobie koncentracji wydobycia, które odbywa się między innymi poprzez zmniejszenie ilości ścian wydobywczych i zwiększenie ich postępu.

Najbardziej istotną częścią tego problemu jest stopień negatywnego oddziaływania takiej eksploatacji na obiekty powierzchniowe i infrastrukturę, bo to decyduje o wielkości powstałych w tych obiektach szkód i wpływa na decyzje o dopuszczeniu takiej eksploatacji, a także umożliwia zastosowanie odpowiedniej profilaktyki budowlanej.

W wyniku dotychczasowych prac badawczych przeważa pogląd o szkodliwym wpływie szybkiej eksploatacji na obiekty budowlane. Pogląd ten znalazł wyraz w „Zasadach ..." (praca zbiorowa po kierunkiem J.Kwiatka, 2000) opracowanych przez Główny Instytut Górnictwa w Katowicach.

Przedmiotem rozważań w niniejszej pracy jest ocena wpływu eksploatacji o zwiększonych postępach na obiekty budowlane o zwartej budowie i niedużych rozmiarach jakimi są najczęściej budynki jednorodzinne. Są to, po wstępnym zabezpieczeniu, obiekty o 3 i 4 kategorii odporności na szkody górnicze. Szereg obserwacji wskazuje, że obiekty te są stosunkowo odporne na szybko narastające deformacje podłoża. Fakt ten miałby istotne znaczenie ekonomiczne z uwagi na dużą liczebność tych obiektów na terenach górniczych kopalń na Śląsku.

## 2. Niektóre wyniki badań wpływu prędkości eksploatacji na uszkodzenia budynków

Pojęciowo najprostszym i łatwym do zmierzenia wskaźnikiem opisującym dynamiczne własności niecki obniżeniowej jest prędkość obniżeń $V_w$, a szczególnie maksymalna prędkość obniżeń $V_{wmax}$.

Dla płaskiego stanu odkształceń (długość ściany dostateczna w stosunku do głębokości eksploatacji) maksymalną prędkość obniżeń można oszacować z prostej zależności:

$$V_{wmax} = V_f * k * w_{max} / r \tag{1}$$

gdzie:

$V_{wmax}$ - maksymalna prędkość obniżeń [mm/dobę],

$V_f$ - prędkość postępu frontu ścianowego [m/dobę],

$k$ - współczynnik o wartości $0{,}75 \pm 0{,}25$,

$w_{max}$ - końcowe obniżenie po przejściu frontu eksploatacyjnego [mm],

$r$ - promień rozproszenia wpływów [m] - parametr teorii W. Budryka - S. Knothego ( $r = h$ / tg$\beta$: $h$ - głębokość; tg$\beta$ = 1,2 do 3,5: najczęściej tg$\beta$ = 2 do 2,5).

Przybliżony wzór (1) jednoznacznie wskazuje, że maksymalna prędkość obniżeń jest proporcjonalna do prędkości postępu frontu ścianowego oraz grubości eksploatacyjnej i odwrotnie proporcjonalna do głębokości eksploatacji.

W polskiej literaturze dotyczącej szkód górniczych najstarszą propozycją dotyczącą uzależnienia klasyfikacji terenu górniczego od maksymalnej prędkości obniżeń ($V_{wmax}$) jest propozycja B. Dżegniuka i A. Sroki (Dżegniuk, Sroka, 1978). Autorzy podają propozycję klasyfikacji, której wartości są dokładnie 2-krotnie wyższe od granicznych wartości dla poszczególnych kategorii odkształceń poziomych wyrażonych w [mm/m]. Oznacza to, że w przeliczeniu na odkształcenia efektywne propozycję B. Dżegniuka i A. Sroki można wyrazić następującym wzorem empirycznym:

$$\varepsilon_e = 0{,}5 * V_{wmax} \tag{2}$$

Z kolei J.Białek (Białek, Adamczyk, Słowik, 1993 oraz Białek, 1996) w oparciu o badania statystyczne przeprowadzone na populacji 354 budynków jednorodzinnych znajdujących się na terenie wieloletnich wpływów eksploatacyjnych jednej z kopalń ROW podał zależność empiryczną na odkształcenia efektywne będące funkcją maksymalnych odkształceń poziomych ($\varepsilon_{max}$ [mm/m]) i maksymalnej prędkości obniżeń ($V_{wmax}$ [mm/dobę]). Zależność ta po uwzględnieniu wzoru (2) ma postać:

$$\varepsilon_e = 0{,}43 * V_{wmax} + 0{,}31 * \varepsilon_{max} \tag{3}$$

Wielkości $V_{wmax}$, $\varepsilon_{max}$ występujące we wzorze (3) dotyczą wartości najbardziej zbliżonych do rzeczywistych, a więc z uwzględnieniem czynnika czasu. Gdy obliczając $V_{wmax}$, $\varepsilon_{max}$ nie uwzględnimy wpływu opóźnienia czasowego na kształt niecki obniżeniowej, wówczas wynik uzyskany wzorem (3) należy zmniejszyć o 25%.

Zależność (3) wskazuje, że prędkość eksploatacji ma wpływ na wielkość odkształceń efektywnych. Należy jednak zauważyć, że wzór ten powstał w oparciu o wyniki badań oddziaływania eksploatacji na konkretną grupę budynków jednorodzinnych (w zdecydowanej

większości starych, wielokrotnie remontowanych) i dla innych budynków, np. nowszych lub zabezpieczonych wstępnie na szkody górnicze, uzyska się inne wyniki.

Badania związku pomiędzy obliczonymi wskaźnikami deformacji a zrewaloryzowanymi na 1997 r kosztami poniesionymi na usuwanie szkód górniczych w poszczególnych budynkach jednorodzinnych prowadzili Kwiecień D. i Pomykoł M. (Kwiecień, Pomykoł, 1999). Przeanalizowali oni koszty remontów 319 budynków mieszkalnych uzyskując słabą korelację średniego kosztu remontu ze wszystkimi wskaźnikami deformacji, w tym również z prędkością obniżeń. Ponadto badania te wykazały, że kategorie terenu ustalone w oparciu o prędkość obniżeń zgodnie z propozycją B.Dżegniuka i A.Sroki są w warunkach polskich kopalń za ostre w stosunku do kategorii wynikających z odkształceń poziomych.

Zagadnienie wpływu prędkości obniżeń na kształtowanie się szkodliwości wpływów zostało podjęte przez zespół pod kierunkiem S. Knothego w pracach (Knothe, 1997 oraz Knothe i inni, 1997). Przedmiotem badań była populacja 1000 budynków znajdujących się w zasięgu wpływów eksploatacji górniczej. Badany był związek pomiędzy ilością i szerokością rys na ścianach budynków a obliczonymi lub pomierzonymi wskaźnikami deformacji. Wyniki analizy statystycznej wykazują istotne korelacje ze wskaźnikami deformacji opisującymi dynamikę procesu, takimi jak przyrosty obniżeń $\Delta w$ i odkształceń $\Delta\varepsilon$ w czasie.

W oparciu o przeprowadzoną analizę statystyczną autorzy (Knothe i inni 1997) proponują:

- przy postępach frontu do 3 m/dobę klasyfikować tereny nie uwzględniając wskaźników dynamicznych,
- przy postępach frontu w granicach powyżej 3 m/dobę do 5 m/dobę podnieść kategorię zagrożenia terenu o jeden stopień,
- przy postępach frontu ponad 5 m/dobę indywidualnie oceniać zagrożenie terenu i obiektów ustalając teoretycznie spodziewane wielkości wskaźników dynamicznych i stopień zagrożenia obiektów.

Ponadto autorzy (Knothe i inni, 1997) proponują rozszerzyć podział terenu na kategorie terenu górniczego o dodatkowy wskaźnik, jakim jest przyrost obniżeń $\Delta w$ [mm/tydzień].

Badania te wskazują również na obniżanie się korelacji pomiędzy uszkodzeniami obiektów a wskaźnikami $\Delta w$ i $\Delta\varepsilon$ wraz ze wzrostem odporności budynków. Dla budynków 1 kategorii odporności współczynnik korelacji osiąga wartość 0,73, natomiast dla budynków 3 kategorii odporności współczynnik korelacji spada do wartości 0.46 dla $\Delta w$ i 0.52 dla $\Delta\varepsilon$. Dla budynków 4 kategorii odporności nie ustalono współczynników korelacji, gdyż ich populacja

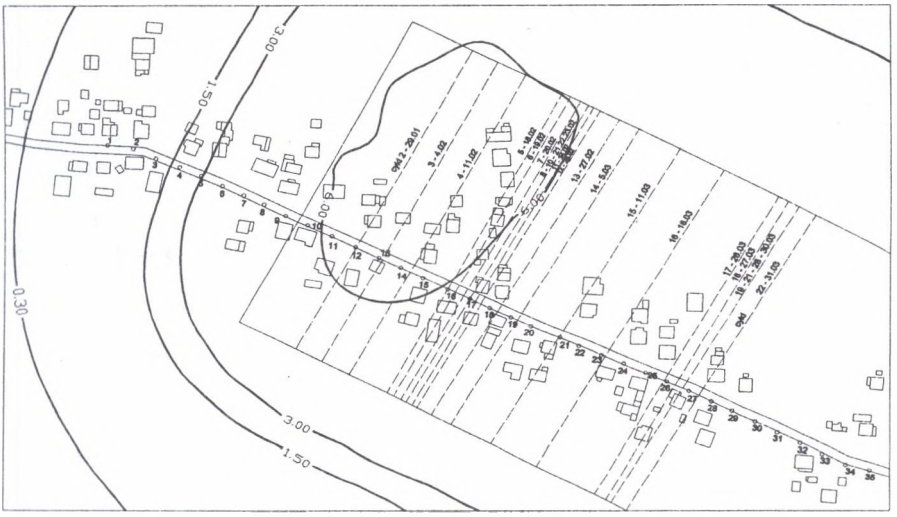
była zbyt mała, lecz należy się spodziewać jeszcze słabszej korelacji. Oznacza to, że wzrost prędkości postępu frontu ścianowego nie jest przyczyną zwiększonej szkodliwości wpływów budynków wstępnie zabezpieczonych na szkody górnicze IV kategorii.

## 3. Przykład analizy skutków eksploatacji o znacznej prędkości

### 3.1. Opis warunków, w jakich prowadzona była eksploatacja górnicza

Eksploatacja ściany z-3 w pokładzie 409/2 KWK "Jankowice" była realizowana od 15.01.1998 r. systemem ścianowym poprzecznym z zawałem stropu na wysokość od 2,1 m do 2,3 m, ze średnim postępem równym 5,5 m/dobę. Wybieranie odbywało się na stosunkowo małej głębokości wynoszącej od 230 m do 390 m, w pokładzie nachylonym w kierunku północno-wschodnim pod kątem od 10° do 20° i w warunkach nadkładu trzecio- i czwartorzędowego średniej grubości wynoszącej około 70 m.

Teren, pod którym prowadzona była ta eksploatacja, jest, szczególnie na początkowym odcinku wybiegu ściany, dość gęsto zabudowany budynkami mieszkalnymi jednorodzinnymi i zabudowaniami gospodarczymi położonymi wzdłuż ulicy, do której kierunek wybiegu omawianej ściany jest równoległy (rys. 1).

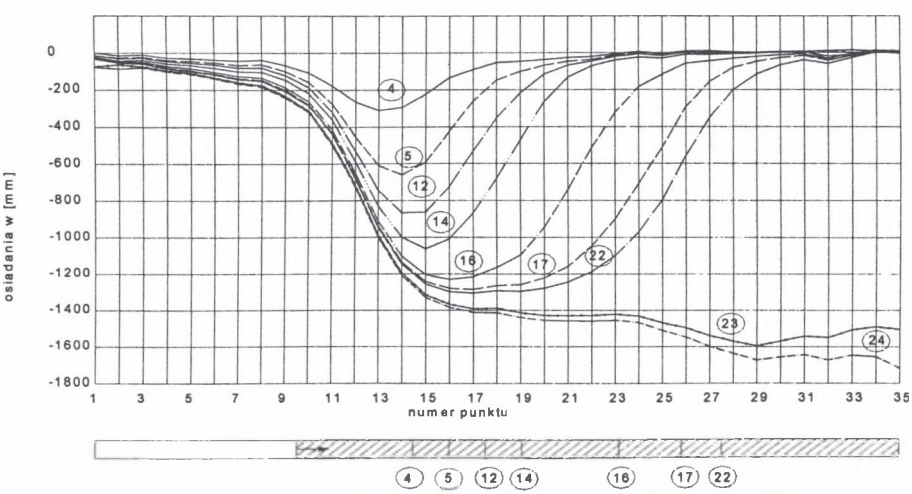



Rys. 1. Położenie krawędzi ściany z-3 w stosunku do obiektów powierzchniowych i linii pomiarowej oraz prognozowane kategorie terenu górniczego
Fig. 1. Location of the edge of longwall z-3 with respect to surface objects and measurement line, and the predicted categories of mining area

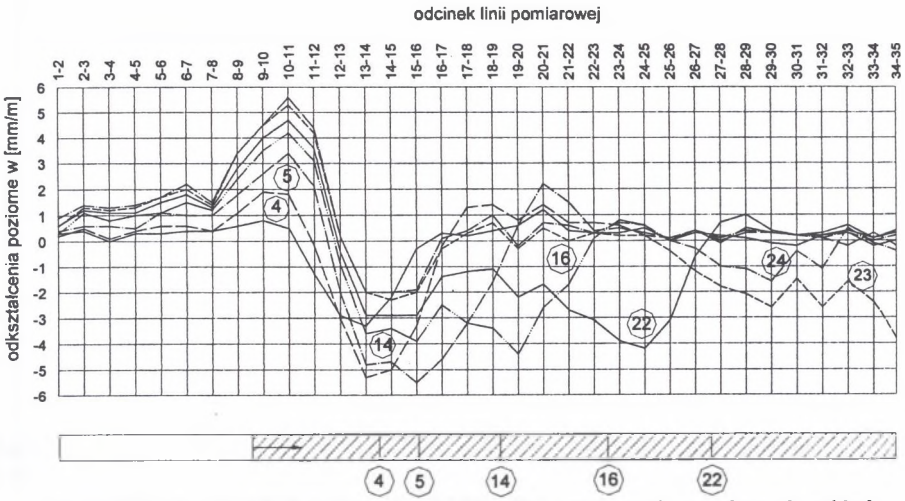
Celem obserwacji skutków eksploatacji ściany z-3 w pokładzie 409/2 na powierzchnię terenu zastabilizowano wzdłuż tej ulicy linię pomiarową złożoną z 35 punktów położonych w odległościach wynoszących około 20 m. Na linii tej prowadzone były cykliczne obserwacje wysokościowe w nawiązaniu do punktów stałych oraz cykliczne pomiary liniowe. Cykl pierwszy (wyjściowy) wykonano 8 stycznia 1998 r., zaś cykle pozostałe w większości w odstępach jednodniowych i tygodniowych. Do 31.03.1998 r. przeprowadzono 22 cykle pomiarowe, zaś dwa ostatnie cykle (cykl 23 i 24) przeprowadzono w większych odstępach czasowych w dniach 27.05.1998 r. i 23.09.1998 r.

### 3.2. Analiza pomierzonych wielkości deformacji na linii obserwacyjnej

Wyniki obserwacji wysokościowych i liniowych na linii pomiarowej posłużyły do wyznaczenia obniżeń punktów tej linii oraz odkształceń poziomych na poszczególnych jej odcinkach. Rezultaty tych obserwacji dla wybranych cykli pomiarowych przedstawiono na wykresach stanowiących rysunki nr 2 (wykres obniżeń) i nr 3 (wykres odkształceń poziomych).




Rys. 2. Wykres obniżeń punktów linii pomiarowej w wybranych cyklach obserwacyjnych
Fig. 2. Diagram of the subsidence of measurement line points in selected observation cycles




Rys. 3. Wykres odkształceń poziomych odcinków linii pomiarowej w wybranych cyklach obserwacyjnych

Fig. 3. Diagram of horizontal strains along particular measurement line sections in selected observation cycles

Upoważniają one do następujących stwierdzeń:

- obniżenia punktów linii pomiarowej położonych w części dennej niecki wyniosły od 1450 mm do 1650 mm,
- przyrosty obniżeń tych punktów osiągnęły wielkości dochodzące do 71 mm/dobę,
- maksymalne odkształcenia poziome rozciągające zaobserwowane dla całego okresu pomiarowego wyniosły około 5,5 mm/m i zarejestrowane zostały w pobliżu statycznej krawędzi nad eksploatacją,
- w rejonie dynamicznej krawędzi eksploatacji odkształcenia poziome rozciągające osiągnęły maksymalną wartość wynoszącą około 2 mm/m przy wybiegu ściany równym 155 m, a w ostatnich cyklach pomiarowych ich maksymalne wartości nie przekraczały 1,0 mm/m,
- największe wartości całkowitych odkształceń poziomych ściskających rejestrowane były nad eksploatacją przy wybiegu ściany w granicach 135 m - 175 m (cykle od piątego do trzynastego), kiedy to wyniosły 5,6 mm/m; od tego czasu do cyklu ostatniego wartości ściskań w tym rejonie uległy zmniejszeniu do 2,0 mm/m,
- największe wartości całkowitych odkształceń poziomych ściskających w 22 cyklu pomiarowym zaobserwowano w rejonie dynamicznej krawędzi eksploatacji, gdzie wyniosły ok. 4,2 mm/m.

Generalnie pomiary wykazały, że wykształcona niecka obniżeniowa, pomimo znacznych prędkości obniżeń,posiada charakter niecki ciągłej.

### 3.3. Wielkości deformacji wynikające z wykonanej prognozy

Celem określenia rozkładu deformacji w rejonie ściany z-3 w pokładzie 409/2, a tym samym określenia kategorii terenu, na jakim znajdują się poszczególne obiekty budowlane, wykonano w oparciu o teorię W.Budryka-S.Knothego prognozę jej wpływu na powierzchnię terenu. W obliczeniach przyjęto wielkości parametrów górotworu wyznaczone w oparciu o wyniki pomiarów geodezyjnych.

Z wykonanej pakietem programów EDN prognozy otrzymano następujące maksymalne wartości wskaźników deformacji (w nawiasie dla punktów linii pomiarowej):

- obniżenie $w_{max}$ = 1850 mm (1720 mm),
- nachylenie $T_{max}$ = 13,8 mm/m (11,2 mm/m),
- odkształcenie poziome rozciągające $\varepsilon_{max}$ = +5,9 mm/m (+5,6 mm/m),
- odkształcenie poziome ściskające $\varepsilon_{max}$ = -8,9 mm/m (-7,6 mm/m),
- prędkość obniżeń terenu $v_{wmax}$ = 64 mm/dobę (60mm/dobę).

Na rys. 1 pokazano warstwice maksymalnych odkształceń poziomych na tle istniejących w tym rejonie zabudowań. Widać, że dokonana eksploatacja spowodowała wpływy I do IV kategorii, przy czym przeważająca ilość obiektów znalazła się w zasięgu odkształceń poziomych III kategorii.

### 3.4. Opis powstałych szkód w budynkach i infrastrukturze

W rejonie wpływów eksploatacji ściany z-3 w pokładzie 409/2 znalazło się 49 budynków mieszkalnych oraz 48 budynków gospodarczych. Budynki te posiadają różne kategorie odporności, z tym że najwięcej jest budynków 4 kategorii (23 mieszkalne i 19 gospodarczych), a najmniej 0 kategorii (1 mieszkalny i 4 gospodarcze). 17% tych budynków było poddanych wpływom I kategorii, 10% wpływom II kategorii, 51% wpływom III kategorii i 17% wpływom IV kategorii.

Eksploatacja ściany z-3 nie wywołała większych uszkodzeń w omawianych obiektach. Jedynie w 19 budynkach mieszkalnych i 20 budynkach gospodarczych wystąpiły drobne uszkodzenia nie wpływające istotnie na funkcjonalność ich użytkowania. O małych rozmiarach powstałych szkód świadczy niewielki koszt ich usunięcia wynoszący średnio w

cenach z 1999 r. 9500 zł w przypadku budynków mieszkalnych i 2750 zł w przypadku budynków gospodarczych.

W wyniku eksploatacji ściany z-3 pewnym niewielkim i lokalnym deformacjom uległy również niektóre drogi i chodniki. W pojedynczych przypadkach nastąpiło także zdeformowanie słupków przybramowych i bram, a także pokrytych kształtkami betonowymi placów.

Stwierdzone małe rozmiary uszkodzeń obiektów budowlanych położonych nad początkową częścią ściany z-3 w pokładzie 409/2 wskazują, że nawet stosunkowo szybka eksploatacja zawałowa prowadzona na niezbyt dużej głębokości, której towarzyszą obniżenia ujawniające się z maksymalną prędkością >50 mm/dobę, nie musi prowadzić do znacznych uszkodzeń w budynkach i infrastrukturze. Nie potwierdza to istniejącego poglądu o znacznym negatywnym wpływie zwiększonych postępów eksploatacji na obiekty powierzchniowe zabezpieczone na wpływy III i IV kategorii.

## Podsumowanie

Zaprezentowane w artykule wyniki badań prowadzonych w Instytucie Eksploatacji Złóż Politechniki Śląskiej w Gliwicach oraz w Instytucie Mechaniki Górotworu Polskiej Akademii Nauk w Krakowie dotyczące wpływu prędkości eksploatacji na powierzchnię terenu i obiekty budowlane upoważniają do następujących generalnych stwierdzeń:

- Wielkości i rozkład deformacji powierzchni terenu dla szybkiej eksploatacji górniczej nie różnią się w zasadzie od tych, jakie się obserwuje w przypadku eksploatacji o niewielkich postępach. Nie stwierdzono jakościowego wpływu prędkości postępu frontu ścianowego na kształt niecki obniżeniowej.
- Nie obserwuje się istotnego związku pomiędzy prędkością eksploatacji a wielkością uszkodzeń budynków jednorodzinnych zabezpieczonych na wpływy III i IV kategorii.

LITERATURA

1. Białek J.: Wpływ postępu frontu ścianowego na szkody w obiektach. WUG - Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie. Nr 7 (23) 1996.

2. Białek J., Adamczyk P., Słowik S.: Wpływ odkształceń poziomych na stan budynków jednorodzinnych obserwowany w rejonie ROW. Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie. WUG, Katowice 1993.
3. Białek J., Drzęźla B.: Prognozowanie deformacji powierzchni - przegląd oprogramowania i interpretacja niektórych wyników. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej' 94. PAN, AGH; Jastrzębie Zdrój, 28 lutego - 4 marca 1994.
4. Białek J., Mielimąka R., Piasecki W., Słowik S., Stencel S.: Ocena wpływu szybkiej eksploatacji górniczej na budynki jednorodzinne. Materiały III Konferencji Nauk. Techn. "Ochrona Środowiska na Terenach Górniczych". Ustroń-Jaszowiec, 3-5 czerwca 1998.
5. Białek J.: 0pis nie ustalonej fazy obniżeń terenu górniczego z uwzględnieniem asymetrii wpływów końcowych. ZN Pol.Śl.s.Górnictwo z.194, Gliwice 1991.
6. Drzęźla B., Białek J., Gołaszewski A.: Maksymalne wartości deformacji oraz prędkości i przyspieszenia ich przyrostu w przypadku płaskim dynamicznej niecki osiadania.OTG nr 53, 1980.
7. Drzęźla B.: Wpływ prędkości wybierania i zmian prędkości wybierania (postojów ścian) na obiekty powierzchni w świetle przyjętych modeli teoretycznych. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej 1996. Centrum Podstawowych Problemów Gospodarki Surowcami Mineralnymi i Energią PAN, Kraków.
8. Dżegniuk B., Sroka A.: Prędkość postępu frontu eksploatacji górniczej a proces deformacji górotworu i powierzchni. Materiały na konferencję nt. „Wpływ prędkości eksploatacji na ochronę obiektów na powierzchni". Komisja Ochrony Terenów Górniczych PAN, Katowice 1978.
9. Knothe S.: Określenie zależności między przyrostami deformacji terenu w wyniku eksploatacji górniczej a uszkodzeniami obiektów. Materiały konferencyjne na IV Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych. AGH, SITG, ISM, PAN - Rytro 24-27 września 1997.
10. Knothe S., Popiołek E., Rogowska J., Cygan J., Leśmiak J., Pielok W.: Aktualna klasyfikacja zagrożenia terenów górniczych w świetle obserwacji terenowych. Materiały konferencyjne na IV Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych. AGH, SITG, ISM, PAN - Rytro 24-27 września 1997.
11. Kowalski A.: Deformacje powstałe w wyniku szybkiej eksploatacji górniczej. Nowe doświadczenia. Materiały konferencyjne na II Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych. GIG, PAN, ISM, SITG - Ustroń - Jaszowiec, 19 - 21 maja 1993.
12. Kwiatek J.: O wpływie wielokrotnej eksploatacji górniczej na budowle. ZN AGH nr 1425, Sozologia i Sozotechnika z. 33, Kraków 1991.
13. Kwiecień D., Pomykoł M.: Kategorie deformacji terenu górniczego a średni koszt remontów budynków jednorodzinnych. Materiały konferencyjne II Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych" GIG, SITG, ISM – Szczyrk, 29 września – 1 października 1999.
14. Praca zbiorowa pod kierunkiem J. Kwiatka:. Zasady oceny możliwości prowadzenia podziemnej eksploatacji górniczej z uwagi na ochronę obiektów budowlanych. GIG, Katowice 2000.

Recenzent: prof. dr hab. inż. Kazimierz Czopek

**Abstract**

The paper presents the assessment involving the influence of fast advance mining on building development of compact character and relatively small size, commonly represented by single family houses. The paper provides the results of selected investigation studies on that subject carried out in the Institute of Mining Deposits of the Technical University of Silesia and in the Institute of Rockmass Mechanics of the Polish Academy of Sciences in Krakow. As it follows from the presented results, there is no qualitative influence of the rate of mining front advance on the shape of subsidence trough, and there is no relevant relationship between the mining rate and scope of damage done to single family houses protected against mining influence of the III and IV categories.

The above conclusions are confirmed by the presented in the paper exemplary analysis of the influence exerted on the surface area with single house development by fast fall-of-roof mining of the advance rate about 5.5 m/24h and carried out at relatively small depth (from 230m to 390m). The distribution of surface area deformation effected by that mining determined by systematic altitudal and linear measurements carried out along the measurement line stabilized above the central point of longwall field showed no qualitative difference as compared to theoretical distributions determined without the rate of mining front advance taken into consideration. The mining process also did not result in any meaningful damage to single family houses protected against mining influence of the III and IV categories.