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

Piotr STRZAŁKOWSKI
Politechnika Śląska, Gliwice

WPŁYW PŁYTKIEJ EKSPLOATACJI GÓRNICZEJ NA ZAGROŻENIE POWIERZCHNI TERENU DEFORMACJAMI NIECIĄGŁYMI

Streszczenie. W pracy przedstawiono analizę warunków geologiczno-górniczych panujących w rejonie płytkiego kopalnictwa z początku XIX w. Przytoczono również dane o zaistniałych deformacjach nieciągłych typu powierzchniowego. Na podstawie analizy lokalizacji zapadlisk w stosunku do wyrobisk górniczych stwierdzono, że większość zapadlisk występowała nad wyrobiskami korytarzowymi. Biorąc pod uwagę przeprowadzone analizy, sformułowano wnioski dotyczące skuteczności zabezpieczania terenu przed wystąpieniem deformacji nieciągłych.

INFLUENCE OF SHALLOW MINING EXPLOITATION ON TERRAIN SURFACE DISCONTINUITY DEFORMATIONS RISK.

Summary. In the paper shown analysis of geological – mine conditions in placer mining region on the beginning of XIX century. There were shown dates of existed continuous deformations surface's type. On the base of analysis sink holes location in ratio to mining excavations was found majority of sinkholes occurred over dog headings. Taken into consideration conducted analysis were formulated inferences concern effectiveness of terrain protections before occur discontinuity deformations.

1. Wprowadzenie

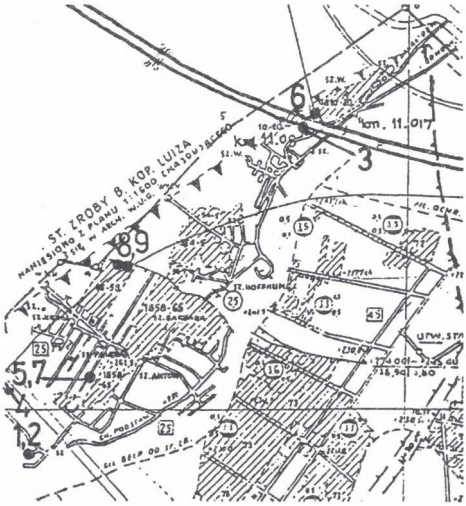
Podziemna eksploatacja złóż wywołuje określone ujemne skutki przeobrażając środowisko naturalne. Wymienić tu można przeobrażenia: geomechaniczne, hydrogeologiczne, zanieczyszczenie wód i powietrza oraz hałas. Zmiany zachodzące w górotworze powodują pewne skutki aż na powierzchni terenu, co odczuwalne jest w postaci deformacji ciągłych i nieciągłych oraz wstrząsów. Przekształcenia powierzchni terenu są z oczywistych względów najważniejszym problemem, któremu naukowcy i praktycy poświęcali najwięcej uwagi. Zaowocowało to opracowaniem wielu metod pozwalających minimalizować ujemne skutki eksploatacji górniczej zarówno w zakresie występowania

deformacji, jak też wstrząsów górotworu. Deformacje ciągłe obserwowane w postaci osiadania powierzchni terenu i jego pochodnych (nachylenia, krzywizny pionowe oraz przesunięcia i odkształcenia poziome) zawsze towarzyszą eksploatacji górniczej. Mechanizm powstawania deformacji ciągłych jest stosunkowo dobrze znany, co umożliwiło opracowanie wielu teorii ich prognozowania, np.: [1, 4]. Deformacje nieciągłe występują jedynie w pewnych okolicznościach. Dzieli się je na deformacje powierzchniowe (zapadliska) i liniowe. Warunkiem koniecznym powstania zapadliska na powierzchni terenu jest występowanie nie podsadzonej pustki w górotworze. Prawdopodobieństwo wystąpienia zapadliska wzrasta wraz z wysokością pustki i miąższością nadkładu skał słabych, a maleje z głębokością lokalizacji pustki. Na jakość prognoz możliwości wystąpienia zapadlisk decydujący wpływ ma dobra znajomość warunków geologiczno-górniczych, a zwłaszcza wysokości i lokalizacji pustki. W celu stwierdzenia, czy w starych zrobach rzeczywiście występuje pustka, konieczne jest przeprowadzenie badań geotechnicznych, których zasięg i dokładność są często ograniczone. Jak więc widać, możliwość wystąpienia zapadliska jest znacznie trudniejsza do określenia niż deformacji o charakterze ciągłym. Należy również stwierdzić, że zapadliska stanowią dużo większe zagrożenie dla obiektów budowlanych zlokalizowanych na powierzchni terenu niż deformacje ciągłe. Powyższe czynniki wskazują na aktualność i wagę problematyki związanej z przewidywaniem i ograniczaniem możliwości tworzenia się zapadlisk. W niniejszym referacie przedstawiono na konkretnym przykładzie analizę możliwości wystąpienia zapadlisk i ich inwentaryzację oraz pewne sugestie odnośnie do ograniczenia stopnia zagrożenia terenu ich występowaniem.

2. Przykładowa analiza występowania deformacji nieciągłych

2.1. Charakterystyka rozpatrywanego rejonu

Rozpatrywany rejon znajduje się granicach administracyjnych miasta M. i leży pomiędzy dwoma liniami kolejowymi, w sąsiedztwie ulic o luźnej zabudowie, na południowy wschód od rzeki Czarna Przemsza. Na terenie położonym bezpośrednio nad starymi zrobami znajdują się grunty wykorzystywane pod uprawy oraz pojedyncze zabudowania. Miejsca występowania zapadlisk zaznaczono na rys. 1.



Rys 1. Mapa pokładu 304/2

2.2. Budowa górotworu

Górotwór zbudowany został z warstw czwartorzędowych i karbońskich. Czwartorzęd o miąższości od 0.2 m do 10.0 m wykształcony został w postaci następujących warstw: piasków, piasków zailonych, piaskowców i glin piaszczystych. Karbon najbliżej powierzchni tworzą warstwy orzeskie, zbudowane z naprzemianległych: łupków ilastych, piaskowców i pokładów węgla grupy 300.

2.3. Charakterystyka robót górniczych prowadzonych w rozpatrywanym rejonie

W rozpatrywanym rejonie prowadzono eksploatację górniczą z północnego wschodu na południowy zachód, rozpoczynając roboty od wychodni pokładu (rys.1). Udostępnienie złoża wykonano dowierzchniami wychodzącymi na powierzchnię terenu w rejonie rzeki Czarna Przemsza i od strony wychodni pokładu. Ponadto pokład udostępniono szeregiem szybików: Hoffnung, Barbara, Antoni, Karol, Peter, Paulina. Model kopalni można określić jako węglowy z dużą ilością wyrobisk przygotowawczych. Eksploatacja prowadzona była systemem zabierkowym z zawałem stropu. Wyróżnić można trzy następujące wyeksploatowane parcele wraz z wyrobiskami chodnikowymi:

- Parcela 1 wybierana w latach 1810-20 na wysokość 2.5 m. Głębokość zalegania pokładu wynosiła od 5 m (grubość nadkładu).
- Parcela 2 wybierana w latach 1854-55 na wysokość 2.5 m. Głębokość zalegania pokładu wynosiła ok. 17 m. Miąższość nadkładu wynosiła ok. 10 m.
- Parcela 3 wybierana w latach 1848-65 na wysokość 2.5 m. Głębokość zalegania pokładu wynosiła ok. 35 m. Miąższość nadkładu wynosiła ok. 10 m.

2.4. Określenie prawdopodobieństwa wystąpienia deformacji nieciągłych

Prawdopodobieństwo wystąpienia zapadliska w wyniku samopodsadzenia się pustek zlokalizowanych w wyrobiskach określono stosując metodę Chudka - Olaszowskiego [2]. Posłużono się przy tym wzorem pozwalającym obliczyć wartość wskaźnika Z, a na tej podstawie określić prawdopodobieństwo wystąpienia zapadliska. Wzór ten ma następującą postać:

$$Z = \frac{H - h}{g}, \tag{1}$$

gdzie:

H – głębokość lokalizacji ewentualnej pustki, m,

h – miąższość nadkładu, m,

g – wysokość ewentualnej pustki, m.

Wartości wskaźnika Z wyniosły dla rozpatrywanych parcel:

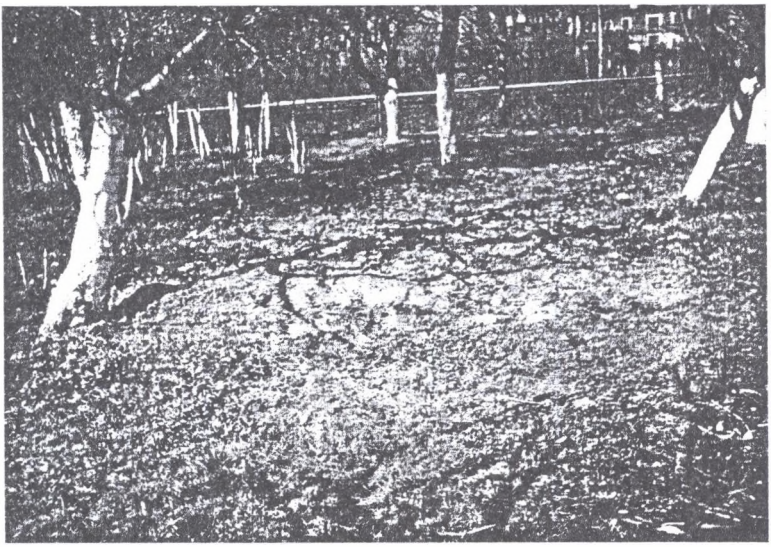
- Z = 0 dla parceli 1. Prawdopodobieństwo wystąpienia zapadliska P = 1.
- Z = 2.8 dla parceli 2. Prawdopodobieństwo wystąpienia zapadliska P = 1.
- Z = 10 dla parceli 3. Prawdopodobieństwo wystąpienia zapadliska P = 1.

Tak określone wartości prawdopodobieństwa są słuszne przy założeniu istnienia pustek w starych wyrobiskach, co oczywiście nie musi zachodzić.

3. Opis zaistniałych zapadlisk

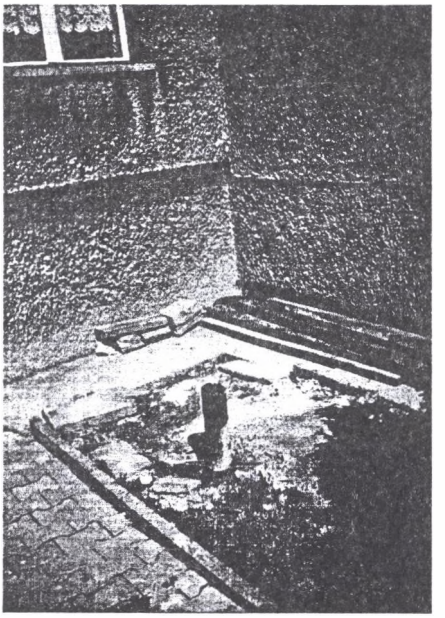
Zapadliska, które wystąpiły w rozpatrywanym rejonie, zaznaczono na wycinku mapy pokładowej (rys. 1) celem ułatwienia analizy przyczyn ich wystąpienia. Opis zapadlisk przedstawia się następująco:

- Zapadliska nr 1 i 2. Dwa leje o średnicach 2.5 i 1.4 m oraz głębokościach 1.5 m i 3.5 m, wystąpiły na terenie uprawnym w odległości ok. 15 m od siebie. Zostały one zlikwidowane w 1970 r. przez zasypanie (fot. 1).
- Zapadlisko nr 3. Lej o średnicy 1.5 m i głębokości ok. 0.3 m powstał w rejonie ławy torowiska w 1970 r.



Fot.1. Zlikwidowana deformacja w ogródku warzywnym przy ul. Krótkiej

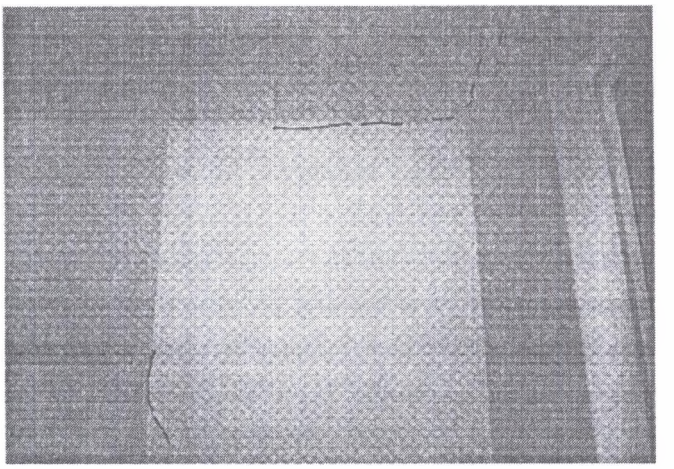
- Zapadlisko nr 4. Lej eliptyczny o osiach 3.5 m i 2.0 m oraz głębokości 1.5 m powstał w 1970 r. w sąsiedztwie drogi przelotowej. Został zlikwidowany przez zasypanie.
- Zapadlisko nr 5. Lej o średnicy 3.0 m i głębokości 2 m. Powstał w 1973 r. przy narożu budynku mieszkalnego. Został zlikwidowany przez zasypanie piaskiem. W 2000 r. zapadlisko ujawniło się ponownie (zapadlisko nr 7). Obecnie likwidowane jest przez zatłaczanie pyłów do pustki w górotworze (fot. 2). Budynek uległ uszkodzeniom w wyniku wystąpienia deformacji (fot. 3).
- Zapadlisko nr 6. Lej stożkowy o średnicy 1.2 m i głębokości ok. 2.5 m. Powstał w 1994 r. przy torze linii kolejowej. Został zlikwidowany przez zasypanie skałą płonną utwardzoną mleczkiem cementowym. Ponadto pustkę występującą w górotworze doszczelniono zatłaczając 1407 t popiołów poelektrownianych do ośmiu otworów wiertniczych wykonanych w sąsiedztwie zapadliska.



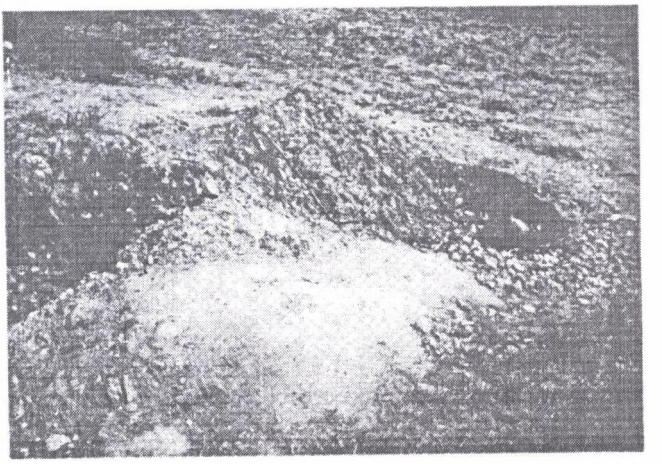
Fot.2. Widok likwidowanej deformacji obok budynku przy ul. Krótkiej nr 4

- Zapadliska nr 8 i 9. Leje o średnicach ok. 2 i 3 m i głębokościach 0.5 m i 1.0 m. Powstały w 2000 r. na nieużytkach (fot. 4). Leje te są w trakcie likwidowania.

Na podstawie rys. 1 można stwierdzić, że większość zapadlisk wystąpiła nad starymi wyrobiskami chodnikowymi (z wyjątkiem zapadlisk nr: 8, 9). Można przypuszczać, że po wybraniu węgla w rejonie zabierek wywoływano zawał skał stropowych tak, że rzadko pozostawały w górotworze pustki. Ewentualne deformacje nieciągłe ujawniały się najprawdopodobniej w trakcie prowadzenia eksploatacji. Natomiast możliwe jest, że obudowa drewniana wyrobisk chodnikowych została w nich pozostawiona podpierając strop w dalszym ciągu po zlikwidowaniu kopalni. Z upływem czasu w wyniku działania procesów gnicia i butwienia drewna obudowa ta mogła tracić stateczność, w rezultacie czego następować mogła samolikwidacja chodników.



Fot.3. Wnętrze budynku przy ul. Krótkiej nr 4



Fot.4. Deformacje w okolicach ul. Głowackiego

4. Podsumowanie i wnioski

Występowanie deformacji nieciągłych o charakterze powierzchniowym (zapadlisk) jest zjawiskiem bardzo niekorzystnym, a dla obiektów budowlanych stanowi duże niebezpieczeństwo. Prognoza ujawnienia się deformacji tego typu polega na określeniu prawdopodobieństwa, z jakim mogą one wystąpić. Na jakość prognozy decydujący wpływ ma dokładność danych charakteryzujących warunki geologiczno–górnicze panujące w

rozpatrywanym rejonie. Pamiętać też należy o tym, że warunkiem koniecznym wystąpienia zapadliska jest istnienie pustki w górotworze, co wymaga prowadzenia specjalistycznych badań. W świetle powyższego analiza przedstawiona w referacie upoważnia do sformułowania następujących wniosków:

1. W rozpatrywanym przypadku płytkiego kopalnictwa najwięcej zapadlisk wystąpiło w miejscach zlokalizowanych nad wyrobiskami korytarzowymi. Spowodowane jest to prawdopodobnie pozostawianiem tych wyrobisk nie zlikwidowanych.
2. W miejscu wystąpienia zapadliska zlikwidowanego przez zasypanie piaskiem po 27 latach wystąpiło powtórnie zapadlisko. Natomiast zapadliska likwidowane przez zasypanie wraz z zatłaczaniem do pustek w górotworze pyłów poelektrownianych nie podlegały odnowieniu. Likwidacja przez zasypanie jest zatem niewystarczająca.
3. W przypadku występowania starych, płytko zalegających wyrobisk górniczych na terenach zabudowanych celowe wydaje się przestrzeganie poniższych zasad:
   - Dokonywania dokładnej inwentaryzacji wyrobisk górniczych (w tym wyrobisk korytarzowych).
   - W miejscach nad wyrobiskami lepiej nie projektować wykonywania obiektów budowlanych na powierzchni terenu.
   - Prowadzenie badań geofizycznych celem wykrycia ewentualnych pustek w górotworze, a w przypadku ich stwierdzenia przeprowadzenie doszczelniania pustek.

LITERATURA

1. Chudek M., Stefański L.: Teoretyczne ujęcie wpływu podziemnej eksploatacji złóż na deformacje powierzchni przy uwzględnieniu warstwowej budowy górotworu. Zeszyty Naukowe Pol. Śl. s. Górnictwo, z. 145. Gliwice 1987.
2. Chudek M., Olaszowski W.: Określenie rodzaju i wielkości deformacji nieciągłych. OTG nr 38. 1976.
3. Chudek M.: Model górotworu podatnego na zapadliska. Zeszyty Naukowe Pol. Śl. s. Górnictwo, z. 107. Gliwice 1981.
4. Knothe S. Prognozowanie wpływów eksploatacji górniczej. Wydawnictwo „Śląsk". Katowice 1984.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Wiesław Piwowarski

Abstract

The analysis of geological – mining conditions in the area of shallow workings on the beginning of XIX century has been shown in the paper. There were shown dates of existed discontinuous deformations of surface's type. On the basis of analyses, sinkholes location in relation to mining excavations was found. Taking into account analyses done, the conclusions have been formulated concerned with effectiveness of land surface protection against discontinuous deformations. The most important of them are:

- Majority of sinkholes occurred over dog headings. The most probable cause of this phenomena there is leaving them not stowed,
- The liquidation of discontinuous deformations only by filling them is not sufficient. They should be liquidate by filling the sink holes and forcing in a special mixtures into old empty workings in surrounding area,
- In case of old shallow workings occurrence under urbanised areas, following rules should be kept in designing of new buildings:
  - an inventory of the shallow workings should be made,
  - the land surface directly above these workings should not be considered for using as building areas,
  - a geophysical exploration should be done aiming toward finding all non-documented workings and then, they should be stowed.