

10

OKREŚLENIE PRZYCZYŃ POWSTANIA LINIOWYCH DEFORMACJI NIECIĄGŁYCH W WYBRANEJ KOPALNI W ZACHODNIEJ CZĘŚCI GZW

10.1 WSTĘP

Wskutek podziemnej eksploatacji górniczej dochodzi do powstania różnego typu przekształceń, wśród których można wyróżnić przekształcenia geomechaniczne związane z deformacjami powierzchni. Deformacje powierzchni najczęściej ujawniają się w postaci deformacji ciągłych – niecek osiadania, które charakteryzują się przy pomocy wskaźników deformacji. Wskutek wybierania złóż mogą również powstawać deformacje nieciągłe o charakterze powierzchniowym (zapadliska) i liniowym (progi, szczeliny terenowe). W przypadku deformacji ciągłych ich powstanie wskutek eksploatacji jest pewne i dotychczas opracowano wiele metod ich prognozowania [3, 12]. Natomiast deformacje nieciągłe powstają w określonych warunkach geologiczno-górniczych i nie zawsze towarzyszą podziemnej eksploatacji złóż. Problematyka związana z analizą występowania oraz prognozowania deformacji nieciągłych nie jest zagadnieniem nowym czego dowodem jest dość szeroki zakres prezentowanej w pracy literatury [1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 14, 15]

Przedmiotem artykułu jest określenie przyczyn powstania liniowych deformacji nieciągłych powstałych w 1978 roku na terenie górniczym jednej z kopalń w zachodniej części GZW. W tym celu przeanalizowano budowę geologiczną na tle dokonanej eksploatacji górniczej do momentu pojawienia się deformacji nieciągłych. Na podstawie obliczeń określono wartości odkształceń poziomych, które mogą powodować powstawanie liniowych deformacji nieciągłych w rozpatrywanych warunkach geologiczno-górniczych.

10.2 BUDOWA GEOLOGICZNA

10.2.1 Litologia i stratygrafia

W budowie geologicznej biorą udział utwory: czwartorzędowe, trzeciorzędowe i karbońskie. Czwartorzęd tworzą piaski różnoziarniste, przewarstwione gliną i mułkami. Miąższość czwartorzędu wynosi od ok. 37 m do ok. 82 m. Trzeciorzęd

tworzą plastyczne lub twaroplastyczne ily mioceńskie lokalnie zapiaszczone. Miąższość trzeciorzędu wynosi od ok 53 m do ok. 60 m. Karbon wykształcony jest w postaci warstw orzeskich i rudzkich. Warstwy orzeskie i górny odcinek warstw rudzkich (do pokładu 405/1) wykształcone są w facji iłowcowej, natomiast piaskowce występują podrzędnie. Zarówno w pokładach orzeskich jak i rudzkich występuje duża ilość pokładów węgla. Odległości pomiędzy pokładami warstw rudzkich wynoszą ok. 10-15 m.

10.2.2 Tektonika

W przedmiotowym rejonie występuje uskok III (nasunięcie) o kierunku wschód-zachód i zrzucie wynoszącym od ok. 3,5 do ok. 10 m. Płaszczyzna uskoku zapada w kierunku południowym pod kątem w granicach 40°-50°. Warstwy zapadają na północ pod kątem od 12° do 18°.

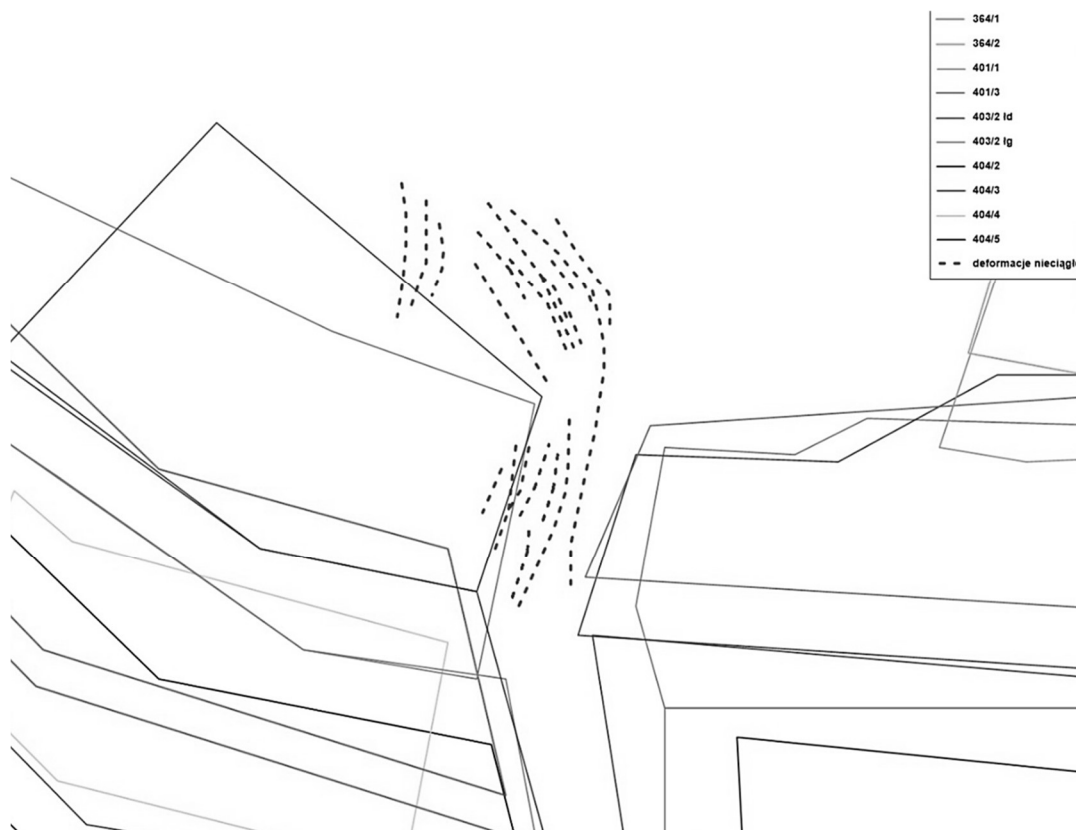
10.3 DOKONANA EKSPLOATACJA GÓRNICZA

Eksploatację górnictwem w przedmiotowym rejonie podzielono na dwa okresy. Pierwszy okres przedstawia zakres eksploatacji górnictwem dokonanej do czerwca 1977 roku (czyli przed eksploatacją ścian w trzech pokładach warstw rudzkich – 404/3, 404/4 i 404/5, która spowodowała powstanie na powierzchni liniowych deformacji nieciągłych). Drugi okres zawiera stan eksploatacji górnictwem do chwili ujawnienia się wszystkich deformacji nieciągłych zinwentaryzowanych w grudniu 1978 roku. W tym miejscu należy podkreślić, że eksploatacja prowadzona zarówno w części położonej na zachód jak i na wschód była prowadzona w kierunku strefy, w której ujawniły się liniowe deformacje nieciągłe.

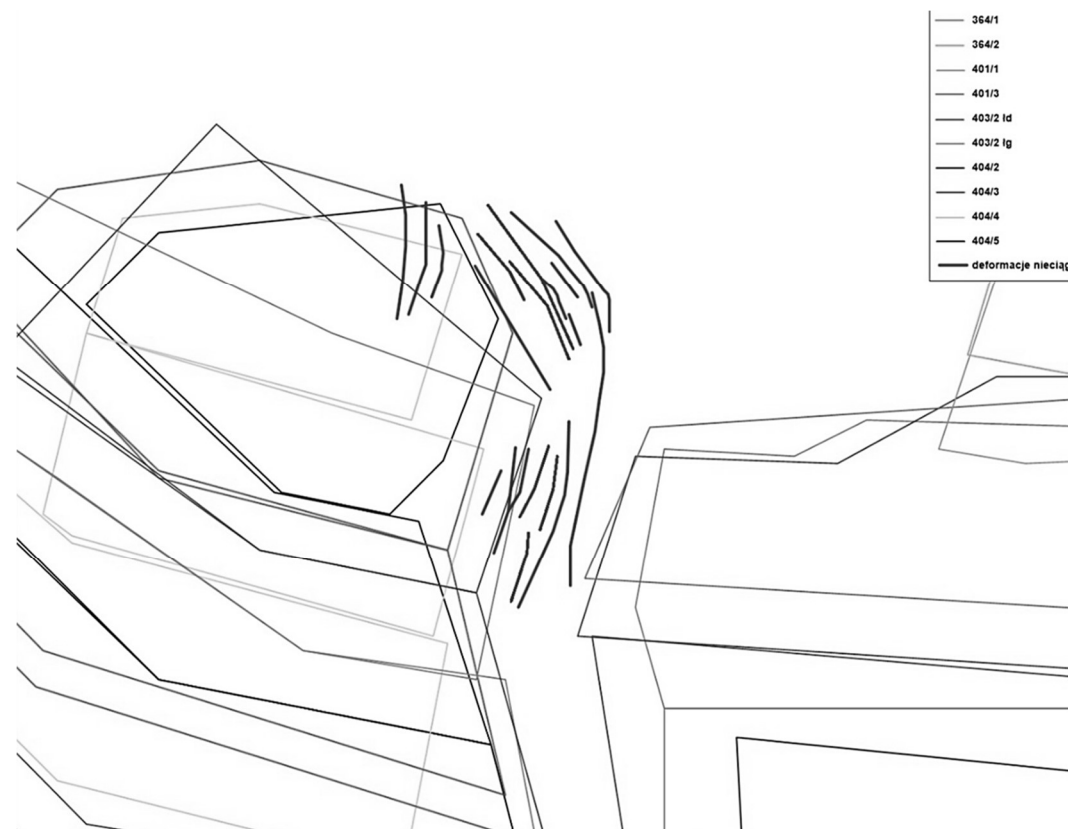
Zakres eksploatacji górnictwem dla pierwszego okresu przedstawiono w tabeli 10.1 oraz na rys. 10.1. Natomiast zakres dokonanej eksploatacji dla drugiego okresu przedstawiono na rys. 10.2 oraz w tabeli 10.2.

**Tabela 10.1 Zakres dokonanej eksploatacji górnictwem
w analizowanym rejonie do czerwca 1977 roku**

Pokład	Czas eksploatacji	Sposób kierowania stropem	Średnia głębokość eksploatacji H [m]	Grubość pokładu, g [m]	Położenie względem analizowanego rejonu
401/3	1965-67	Zawał warstw stropowych	170-215	1,20-1,60	ok. 10 m na wschód
403/2 łg	1966-67		160-220	1,50-2,00	pod badanym rejonem i ok. 15 m na wschód
403/2 łd	1968-69		165-225	1,20-1,30	pod badanym rejonem i ok. 45 m na wschód
404/2	1968-70		117-215	2,10	ok. 150 m na południowy wschód
404/3	1969-76		165-215	2,55-3,10	ok. 30 m na zachód
404/4	1970-77		200-250	1,70-2,20	ok. 30 m na południowy zachód
404/5	1976-77		215-260	2,60-2,80	ok. 90 m na południe



**Rys. 10.1 Zakres dokonanej eksploatacji górniczej do czerwca 1977 roku
(przed powstaniem liniowych deformacji nieciągłych)**



**Rys. 10.2 Zakres dokonanej eksploatacji górniczej do grudnia 1978 roku
(po powstaniu liniowych deformacji nieciągłych w maju i sierpniu oraz do grudnia 1978 r.)**

Tabela 10.2 Zakres dokonanej eksploatacji górniczej w analizowanym rejonie do grudnia 1978 roku

Pokład	Czas eksploatacji	Sposób kierowania stropem	Średnia głębokość eksploatacji H [m]	Grubość pokładu g [m]	Położenie względem analizowanego rejonu
404/3	1977-78	Zawał warstw stropowych	255-295	2,60	na zachód od strefy deformacji nieciągłych
404/4	1978		275-305	1,60-1,70	
404/5	1978		290-320	2,90-3,30	

10.4 LINIOWE DEFORMACJE NIECIĄGŁE

Wskutek prowadzonej eksploatacji górniczej na powierzchni powstały liniowe deformacje nieciągłe (szczeliny i uskoki terenowe) o zrzutach od 0,15 m do 0,90 m i rozwarciach do 0,30 m. Pierwsze progi terenowe ujawniły się w trakcie eksploatacji pokładu 404/3 (trzeciego eksploatowanego pokładu w tym rejonie położonego na głębokości około 250 m) w maju 1978 r. i następnie w sierpniu 1978 r. Kolejne eksploatowane ściany skutkowały zwiększeniem zrzutów i rozwarć szczelin oraz powstawaniem nowych liniowych deformacji nieciągłych zinwentaryzowanych do grudnia 1978 r. Lokalizację liniowych deformacji nieciągłych na tle dokonanej eksploatacji górniczej do grudnia 1978 r. przedstawiono na rys. 10.2. Należy w tym miejscu podkreślić, że przed majem 1978 r. w przedmiotowym rejonie nie występowały liniowe deformacje nieciągłe.

10.5 OBLICZENIE WARTOŚCI WSKAŹNIKÓW DEFORMACJI OPISUJĄCYCH NIECKĘ OSIADANIA

Obliczenia wskaźników deformacji opisujących nieckę osiadania wykonano według teorii prognozowania wpływów eksploatacji na powierzchnię i górotwór Budryka-Knotheego [3] z zastosowaniem oprogramowania opracowanego przez R. Ścigałę [13].

Do obliczeń przyjęto na podstawie pracy [7] następujące wartości parametrów teorii Budryka-Knotheego:

- współczynnik kierowania stropem, $a = 0,86$,
- tangens kąta wpływów głównych, $\operatorname{tg}\beta = 2,10$,
- współczynnik poziomego odkształcenia, $B = 0,32$ r.

Obszar, dla którego wykonano obliczenia wynosił 750 m x 600 m. Punkty obliczeniowe były rozmieszczone w siatce 25 m x 25 m. W obliczeniach nie uwzględniano tzw. relaksacji wpływów oraz czasowoekstremalnych wartości wskaźników deformacji.

Obliczenia obejmowały trzy czasookresy zawierające następujące stany deformacji powierzchni:

Okres 1 - od początku eksploatacji górniczej w przedmiotowym rejonie do czerwca 1977 roku,

Okres 2 - od czerwca 1977 roku do grudnia 1978 roku,

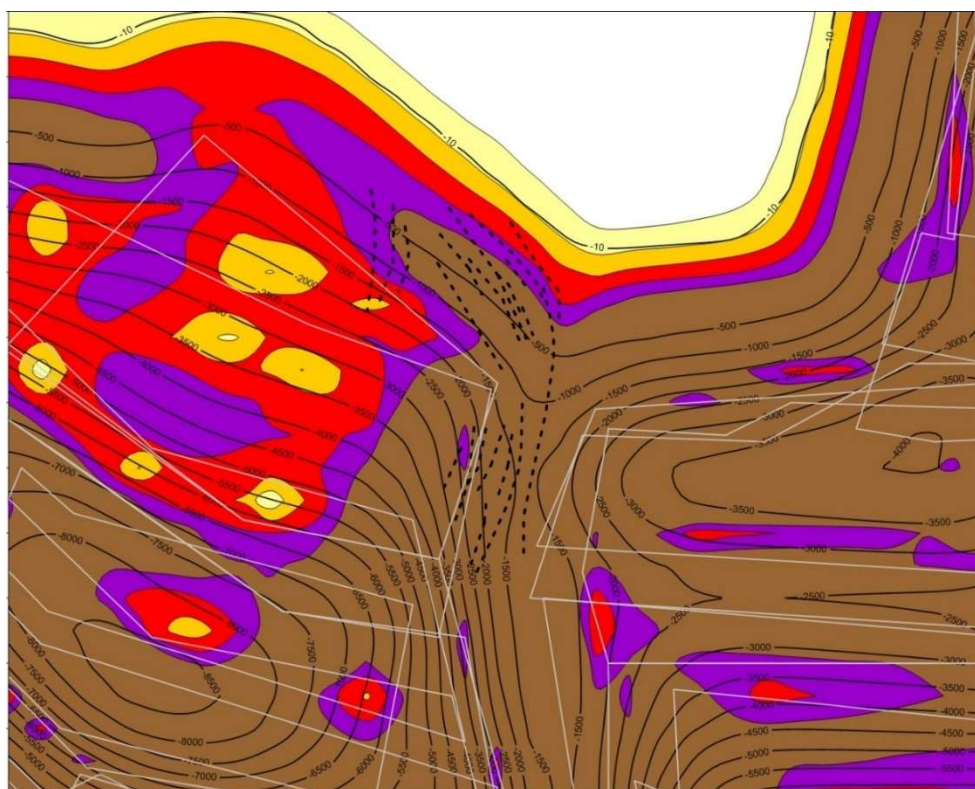
Okres 3 - od początku eksploatacji górnicej w przedmiotowym rejonie do grudnia 1978 roku.

W celu zobrazowania wpływu eksploatacji górnicej na powstanie deformacji nieciągłych sporządzono mapy izolinii osiadań i mapy kategorii terenu górnicego wyznaczone dla maksymalnych odkształceń poziomych (rys 10.3, rys. 10.4 i rys. 10.5). Barwy kategorii terenu górnicego przedstawiają się następująco:

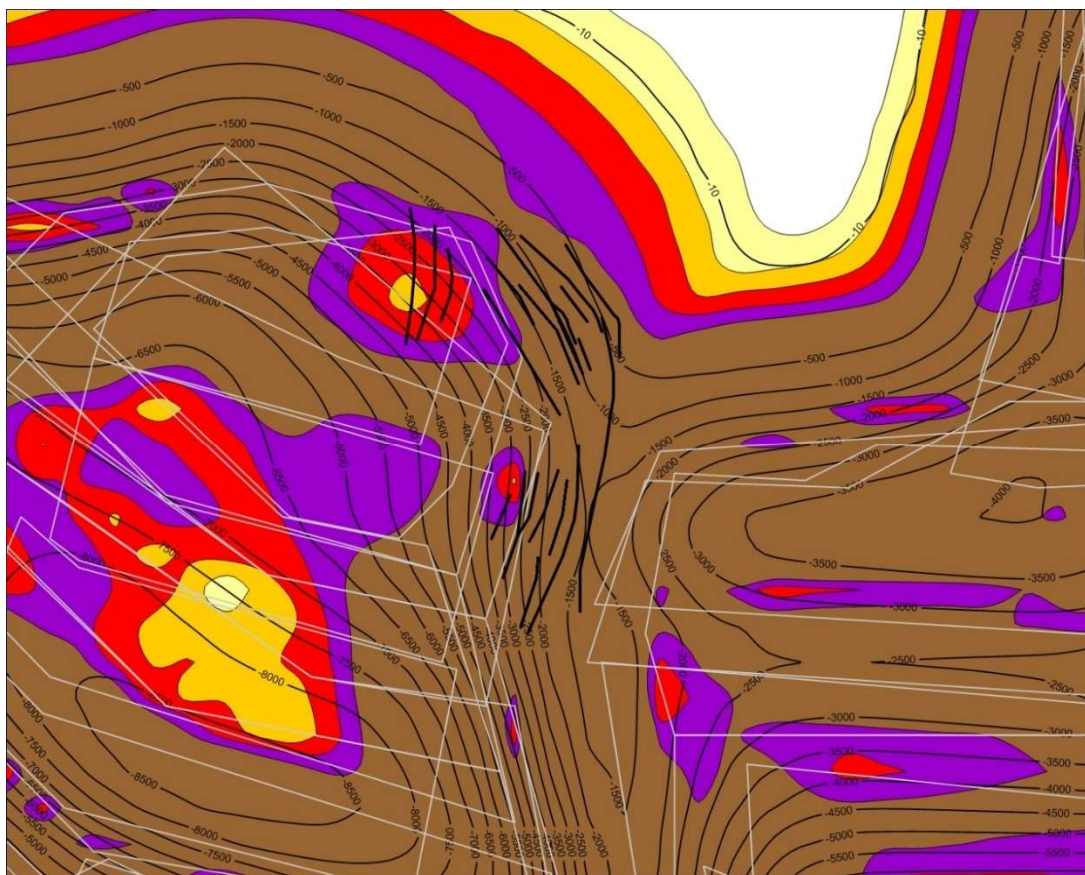
- kategoria I od 0,3 mm/m do 1,5 mm/m – kolor żółty,
- kategoria II od 1,5 mm/m do 3,0 mm/m – kolor pomarańczowy,
- kategoria III od 3,0 mm/m do 6,0 mm/m – kolor czerwony,
- kategoria IV od 6,0 mm/m do 9,0 mm/m – kolor fioletowy,
- kategoria V powyżej 9,0 mm/m – kolor brązowy.

10.5.1 Okres 1

Na podstawie rys. 10.3 można stwierdzić, że wskutek eksploatacji górnicej na powierzchni mogła powstać niecka osiadania o maksimum większym od -8,5 m, które było zlokalizowane na południowy zachód od rejonu przyszłych deformacji nieciągłych. Przepuszczalna wielkość osiadań w przedmiotowej strefie deformacji nieciągłych mogła wynieść od ok. -0,1 m do ok. -3,0 m. Natomiast większość analizowanej strefy mogła znajdować się w obszarze, gdzie wartości maksymalnych odkształceń poziomych (rozciągających) przekraczały 9 mm/m.



Rys. 10.3 Izolinie osiadań i kategorie terenu górnicego wyznaczone dla maksymalnych odkształceń poziomych w okresie 1 (do czerwca 1977 roku)



Rys. 10.5 Izolinie osiadań i kategorie terenu górniczego wyznaczone dla maksymalnych odkształceń poziomych w okresie 1 (do grudnia 1978 roku)

10.6 OKREŚLENIE PRAWDOPODOBNYCH PRZYCZYŃ POWSTANIA DEFORMACJI NIECIĄGLYCH

Na podstawie analizy warunków geologiczno-górnich oraz przeprowadzonych obliczeń do głównych przyczyn powstania liniowych deformacji nieciągłych w przedmiotowym rejonie można podać:

1. Występowanie w nadkładzie skał luźnych – piasków czwartorzędowych,
2. Występowanie w warstwach karbońskich w rejonie eksploatacji górniczej w przeważającej części profilu litologicznego skał słabych, do których należą iłowce. Dodatkowym czynnikiem, mogącym wpływać na zmniejszenie wartości parametrów wytrzymałościowych może być obecność uskoku tektonicznego w formie nasunięcia,
3. Niewielka odległość pomiędzy eksploatowanymi pokładami węgla wynosząca od ok.10 m do ok. 15 m,
4. Niewielka głębokość eksploatacji górniczej nie przekraczająca ok. 320 m.
5. Pokrywanie się krawędzi eksploatacji górniczej (tzw. skarpa eksploatacyjna) początkowo w trzech pokładach (403/2 łg, 403/2 łd oraz 404/3) a następnie w pięciu pokładach węgla (oprócz trzech wcześniej wymienionych dochodzi eksploatacja górnicza w pokładach: 404/4 oraz 404/5),

6. Wysokie wartości odkształceń poziomych rozciągających przekraczające graniczną wartość V kategorii terenu górniczego (9 mm/m) dla stanu eksploatacji przed powstaniem pierwszych liniowych deformacji nieciągłych (maj 1977 r.),
7. Eksploatacja górnicza trzech pokładów węgla w latach 1977-78 spowodowała powstanie dalszych deformacji terenu, co skutkowało powstaniem odkształceń poziomych rozciągających o wielkości od 3 mm/m do 9 mm/m w strefie pojawienia się deformacji liniowych,
8. Znaczna sumaryczna grubość wyeksploatowanego złoża po stronie zachodniej przedmiotowego rejonu dochodząca do ponad 11 m. Po stronie wschodniej sumaryczna grubość wyniosła ok. 5 m,
9. Krótki czas tworzenia się krawędzi eksploatacyjnej – trzy pokłady węgla (404/3, 404/4 i 404/5) zostały wyeksploatowane z zawałem warstw stropowych w przeciągu jednego roku do wspólnej krawędzi,
10. prowadzenie eksploatacji tylko w kierunku rejonu, gdzie wystąpiły deformacje nieciągłe (w partii złoża położonej na zachód od przedmiotowego rejonu z zachodu na wschód).

10.7 PODSUMOWANIE

Na podstawie przeprowadzonej analizy warunków geologiczno-górnicznych oraz wykonanych obliczeń określono prawdopodobne przyczyny powstania w przedmiotowym rejonie liniowych deformacji nieciągłych. Przedstawiona w artykule problematyka wymaga dalszych badań związanych z analizą przyczyn powstawania liniowych deformacji nieciągłych.

LITERATURA

1. M. Chudek, W. Janusz, J. Zych. *Studium dotyczące stanu rozpoznania, tworzenia się i prognozowania deformacji nieciągłych pod wpływem podziemnej eksploatacji złóż*. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej, s. Górnictwo, z. 141. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 1988.
2. W. Janusz, J. Palki, J. Zygmunt, A. Węgrzyk. „Występowanie deformacji nieciągłych przy dużych głębokościach eksploatacji w Rybnickim Okręgu Węglowym,” Materiały konferencyjne, Zagadnienia ochrony powierzchni w Rybnickim Okręgu Węglowym, Jastrzębie Zdrój, 1982, pp. 75-101.
3. S. Knothe. *Prognozowanie wpływów eksploatacji górniczej*. Katowice: Wydawnictwo Naukowe Śląsk, 1984.
4. A. Kowalski. „Rozpoznanie i możliwości prognozowania liniowych deformacji nieciągłych powierzchni,” Materiały konferencyjne, Problemy eksploatacji górniczej pod terenami zagospodarowanymi, Ustroń, 2005, pp. 279-291.
5. A. Kowalski. „O liniowych deformacjach nieciągłych powierzchni terenów górniczych,” Materiały konferencyjne, X Konferencja Naukowo-Techniczna Ochrona powierzchni na terenach górniczych w subregionie zachodnim województwa śląskiego, Rybnik, 2005, pp. 157-167.
6. A. Kowalski. „O liniowych nieciągłościach powierzchni.” *Miesięcznik WUG*, nr 12, pp. 25-33, 2005.

7. A. Kowalski. „Nieustalone górnicze deformacje powierzchni w aspekcie dokładności prognoz.” *Prace Naukowe GIG*, nr 871, 2007.
8. A. Kowalski. *Deformacje powierzchni w Górnośląskim Zagłębiu Węglowym*. Katowice: Wydawnictwo GIG, 2015.
9. J. Palki. „Zakres, formy i przyczyny występowania deformacji nieciągłych terenu w warunkach Rybnickiego Okręgu Węglowego.” *Ochrona Terenów Górniczych, Kwartalnik WUG*, nr 56, pp. 15-22, 1981.
10. P. Strzałkowski, J. Piwowarczyk, K. Łapajski. „Występowanie deformacji nieciągłych liniowych w świetle analiz warunków geologiczno-górniczych.” *Przegląd Górniczy*, nr 5, pp. 1-5, 2006.
11. P. Strzałkowski, R. Ścigała. „Analiza wpływu dokonanej eksploatacji górniczej w strefach przyuskokowych na możliwości występowania deformacji nieciągłych,” Materiały konferencyjne, VIII Szkoła Geomechaniki 2007 cz. I: Polska, Gliwice-Ustroń, 2007, pp. 385-391.
12. P. Strzałkowski. *Zarys ochrony terenów górniczych*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2010.
13. R. Ścigała. *Komputerowe wspomaganie prognozowania deformacji górotworu i powierzchni wywołanych podziemną eksploatacją górniczą*. Gliwice: Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, 2008.
14. J. Zych. „Przyczyny powstawania deformacji nieciągłych na terenie ROW,” Materiały konferencyjne, Ochrona Terenów Górniczych Kopalń Jastrzębskiej i Rybnickiej Spółki Węglowej S.A., Rybnik, 1997, pp. 159-173.
15. J. Zych, M. Kruczkowski. „Przyczyny powstawania deformacji nieciągłych,” Materiały konferencyjne, IV Konferencja Naukowo-Techniczna Uwarunkowania w miejscowych planach zagospodarowania przestrzennego miast i gmin w Rybnickim Okręgu Przemysłowym, Rybnik, 1999, pp. 131-140.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 10.2016

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 03.2017

dr inż. Marek Kruczkowski

Politechnika Śląska,
Wydział Górnictwa i Geologii
Katedra Geomechaniki,
Budownictwa Podziemnego
i Zarządzania Ochroną Powierzchni
ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, Polska
e-mail: marek.kruczkowski@polsl.pl

OKREŚLENIE PRZYCZYŃ POWSTANIA LINIOWYCH DEFORMACJI NIECIĄGŁYCH W WYBRANEJ KOPALNI W ZACHODNIEJ CZĘŚCI GZW

Streszczenie: Liniowe deformacje nieciągłe są najczęściej efektem prowadzenia eksploatacji górniczej w rejonie uskoków tektonicznych oraz eksploatacji górniczej do jednej wspólnej krawędzi co związane jest z tworzeniem się tzw. skarp eksploatacyjnych. Deformacje nieciągłe w podanych przypadkach ujawniają się w postaci szczelin, progów i uskoków terenowych powodując najczęściej szkody w obiektach infrastruktury drogowej. W pracy przedstawiono analizę przyczyn powstania liniowych deformacji nieciągłych sporządzoną na podstawie: inwentaryzacji progów terenowych, map pokładowych oraz zakresu dokonanej eksploatacji górniczej w wybranym rejonie.

Słowa kluczowe: eksploatacja górnicza, deformacja nieciągła, prognozowanie deformacji

THE ANALYSIS THE CAUSES OF THE LINEAR DISCONTINUOUS DEFORMATION IN SELECTED MINE IN THE WESTERN PART OF THE UPPER SILESIA COAL BASIN

Abstract: Linear discontinuous deformations are usually the result of conduct of mining activities in the area of tectonic faults and mining to one common edge which is associated with the formation of the so-called slope supplies. Discontinuous deformations in given cases show up in the form of slots, thresholds and faults field causing the most damage to road infrastructure objects. The paper presents an analysis of the causes of linear deformation of discontinuous drawn up on the basis of: inventory thresholds field, coal seam maps and the scope of mining exploitation in the selected area.

Key words: mining exploitation, discontinuous deformation, deformation prediction