

Piotr STRZAŁKOWSKI
Politechnika Śląska, Gliwice

WYBRANE PROBLEMY OCHRONY TERENÓW GÓRNICZYCH

Streszczenie. W pracy przedstawiono zagadnienia związane z oddziaływaniem górnictwa na środowisko, sposoby minimalizowania wpływów górniczych na powierzchnię terenu i korzyści wynikające z ich stosowania w praktyce. Przedstawiono także przykłady występowania deformacji powierzchni terenu.

SELECTED PROBLEMS OF GROUND SURFACE PROTECTION

Summary. The issues connected with mining influences on the environment have been presented in this paper, as well as methods of their minimization and benefits arising from use of these methods in practice. The real examples of deformations occurrence on the land surface have been presented too.

1. Wprowadzenie

Wpływ eksploatacji górniczej na środowisko naturalne jest przedmiotem zainteresowania i szczególnej troski człowieka od początku XIX w., kiedy to po raz pierwszy w historii prowadzono wybieranie pokładów węgla pod terenem zurbanizowanym – belgijskim miastem Liege [10]. Występujące wówczas na dużą skalę uszkodzenia budynków spowodowały konieczność prowadzenia badań, mających na celu wyjaśnienie przyczyn tego stanu rzeczy. W wyniku działalności dwóch komisji, pracujących w latach 1825 i 1839 powstały pierwsze formuły matematyczne, pozwalające na obliczanie wartości osiadania powierzchni terenu (prace inżynierów belgijskich i francuskich: Gonota, Collona, Dumonta). Można uznać, że był to początek nowej gałęzi wiedzy: ochrony terenów górniczych, będącej działem ochrony środowiska. Na podkreślenie zasługuje fakt, że prekursorem nowoczesnej ochrony środowiska na terenach górniczych – sozologii i twórcą tego pojęcia, był polski

uczony prof. Walery Goetel. Ochrona terenów górniczych jest zatem działem sozologii, który obejmuje całokształt zagadnień związanych z oddziaływaniem górnictwa na środowisko. Jako gałąź wiedzy jest przedmiotem zainteresowań zarówno specjalistów z zakresu geologii, górnictwa (mechanika górotworu), jak również geodezji górniczej i budownictwa. Obejmuje badanie i minimalizowanie wpływu robót górniczych na środowisko oraz usuwanie szkód spowodowanych eksploatacją złóż. Jest zatem dziedziną utylitarną – teorią i praktyką.

Osiągnięcia polskiej myśli naukowej i technicznej w zakresie ochrony terenów górniczych obiektywnie można uznać za duże. Obejmują one wiele oryginalnych rozwiązań, wśród których za najważniejsze można uznać:

- opracowanie szeregu metod prognozowania deformacji ciągłych i nieciągłych górotworu,
- opracowanie i wdrożenie szeregu metod minimalizacji wpływów eksploatacji pod obiektami chronionymi na powierzchni terenu.

W celu pełniejszego przedstawienia osiągnięć i problemów związanych z ochroną terenów górniczych w Polsce, w ramach niniejszej pracy, ukazano je na tle systematyki oddziaływania górnictwa na środowisko. Przedstawiono również konkretne przykłady zastosowań praktycznych oraz przepisy prawne normujące usuwanie szkód górniczych.

2. Oddziaływanie górnictwa na środowisko

Oddziaływanie eksploatacji górniczej (podziemnej, odkrywkowej i otworowej) na powierzchnię terenu obejmuje szerokie spektrum czynników [2 - 10]. Klasyfikacje czy też systematyki oddziaływania eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu zostały obszernie przedstawione w pracach [2, 4, 5-10]. Jakkolwiek poglądy poszczególnych autorów różnią się nieco pomiędzy sobą, to jednoznacznie można stwierdzić, że wśród niepożądanych form oddziaływania zakładów górniczych na środowisko wyróżnić możemy:

- Hałas, którego głównymi źródłami są: wentylatory kopalniane, zakład przeróbczy, transport kołowy i szynowy, maszyny do urabiania, ładowania i transportu w kopalniach odkrywkowych.
- Zanieczyszczenie atmosfery. Powstaje ono w wyniku zapylenia związanego z transportem i wzbogacaniem węgla, przedostawaniem się gazów kopalnianych do atmosfery (chodzi tu głównie o metan, gdyż stężenia innych gazów są zwykle bardzo niewielkie), robotami strzałowymi na powierzchni.

- Zanieczyszczenia wód, związane z powstawaniem ścieków wynikających z funkcjonowania zakładu górniczego, w tym odprowadzanie często dużych ilości wód o wysokim stopniu zasolenia.
- Powstawanie w procesach przerobczych odpadów, które są składowane na powierzchni terenu, trwale szpecąc krajobraz. W ostatnich latach lokuje się je również w wyrobiskach górniczych doszczelniając nimi wraz z pyłami poelektrownianymi zroby zawałowe.
- Przekształcenia geomechaniczne powierzchni terenu, na które składają się:
 - Degradacja krajobrazu (kopalnie odkrywkowe).
 - Wpływy bezpośrednie (deformacje ciągłe i nieciągłe), występujące również przy eksploatacji odkrywkowej.
 - Wpływy pośrednie (zmiany stosunków wodnych - zalewiska i podtopienia).
 - Wpływy wtórne (reaktywacja starych zrobów).
- Wstrząsy górotworu.

Wśród powyższych przejawów ujemnego oddziaływania eksploatacji górniczej na środowisko szczególnie uciążliwe są:

- przekształcenia geomechaniczne, a w szczególności deformacje ciągłe i nieciągłe,
- zanieczyszczenia wód i zmiany stosunków wodnych,
- powstawanie odpadów.

Dlatego w ramach niniejszej pracy zagadnieniom tym poświęcimy więcej uwagi.

3. Ochrona terenów górniczych w Polsce

Deformacje ciągłe towarzyszą podziemnej eksploatacji złóż w każdym przypadku, niezależnie od warunków geologiczno – górniczych jej prowadzenia. Przejawiają się one w postaci niecek osiadania i ich pochodnych – wielkości mierzalnych, zwanych wskaźnikami deformacji. W przypadkach gdy wartości wskaźników deformacji przekraczają wartości dopuszczalne dla danych obiektów o określonej odporności, powodują uszkodzenia, a nawet zniszczenia budynków. Badania [3] prowadzone na obszarach: śródmieścia Katowic, Sosnowca, Jaworzna oraz Markłowic wskazują, że na koszty napraw budynków główny

wpływ miały: liczba uszkodzonych obiektów (co związane jest z gęstością zabudowy), relacja pomiędzy ich kategoriami odporności i kategoriami terenów górniczych (co jest zrozumiałe) oraz krotność eksploatacji. Koszty rosną również w bardzo istotnym zakresie, wraz ze wzrostem kubatury obiektów. W przypadku kubatury budynków przekraczającej 6000 m³ zaleca się dokonywanie szczegółowych analiz opłacalności prowadzenia eksploatacji górniczej. Ogólnie można stwierdzić, że koszty usuwania szkód górniczych wynoszą od 1% do 3% kosztów wydobycia, uwzględniając koszty zabezpieczeń budynków na wpływy projektowanej eksploatacji górniczej [2].

Wprowadzona w Polsce Ustawa z 4 lutego 1994r. znowelizowana w 2001r. - Prawo Geologiczne i Górnicze, nakazuje, zgodnie z zasadą W. Goetla, naprawianie szkody górniczej przez przywrócenie stanu poprzedniego. Obowiązek ten spoczywa na przedsiębiorcy górniczym (Dział V, art. 94). W przypadkach, gdy brak jest przedsiębiorcy (np. likwidacja kopalni) albo jego następcy prawnego, szkodę naprawia Skarb Państwa (art. 96). Przedsiębiorca górniczy ponosi również koszty postępowania sądowego, chyba, że roszczenie było w oczywisty sposób bezzasadne (art. 97). W przypadkach konieczności wykonywania napraw w trybie awaryjnym, gdy zagrożone jest bezpieczeństwo ludzkie (np. spękania przewodów kominowych z groźbą przedostania się czadu do mieszkań), naprawa szkód dokonywana jest przed wydaniem orzeczenia sądowego, na koszt zakładu górniczego (art. 98). Przepisy te, jak widać, uwzględniają głównie interesy obywateli, często ze szkodą dla przedsiębiorcy górniczego. Zaznaczyć także należy, że w przypadkach planowanych inwestycji (przed wydaniem pozwolenia na budowę), kopalnie określają kategorię terenów górniczych dla projektowanej eksploatacji i ponoszą koszty zabezpieczeń wznoszonych budynków na deformacje powierzchni terenu.

Z powyższych względów zagadnieniem ogromnej wagi stało się stworzenie możliwości dokonywania prognoz wskaźników deformacji, w celu umożliwienia podjęcia ekonomicznie uzasadnionych decyzji o prowadzeniu projektowanej eksploatacji górniczej. Nie dziwi zatem fakt opracowania szeregu metod prognozowania, które można podzielić na pięć następujących grup [10]:

- Oparte na przyjętych aksjomatach, które mogą być pochodzenia empirycznego. Zalicza się do nich także tzw. teorie geometryczno – całkowite (Balsa, Perza, Beyera, W. Budryka – S. Knothego, T. Kochmańskiego, J. Zycha).
- Oparte na modelach ośrodków ciągłych (J. Litwiniszyna, A. Sałustowicza, H. Gila).
- Oparte na teorii ośrodka stochastycznego (J. Litwiniszyna, H. Smolarskiego).

- Rozwiązania pośrednie – wykorzystujące modele ośrodka ciągłego i aksjomaty empiryczne (teorie: M. Chudka – L. Stefańskiego, B. Drzęzli).
- Rozwiązania numeryczne oparte o metody: elementów skończonych, brzegowych lub różnic skończonych.

Jak widać, wiele metod opracowanych zostało przez polskich uczonych, a powszechne zastosowanie w praktyce, nie tylko w Polsce, zyskała teoria W. Budryka – S. Knothego. Dysponowanie aparatem matematycznym, służącym do prognozowania poeksploatacyjnych deformacji górotworu i stosownym oprogramowaniem komputerowym umożliwiło opracowanie szeregu oryginalnych metod minimalizacji wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnie terenu, do których można zaliczyć [2, 5, 6, 10]:

- odpowiednie kształtowanie frontów eksploatacyjnych,
- odpowiedni dobór usytuowania frontu eksploatacyjnego względem obiektu,
- opracowanie metod doszczelniania zrobów zawałowych,
- odpowiedni dobór prędkości postępu frontu eksploatacyjnego.

Dzięki wdrożeniu rozwiązań polskich naukowców możliwym było coroczne wybieranie ok. 60 mln ton węgla z partii pokładów objętych filarami ochronnymi [2]. Obecnie istnieje ok. 700 niewybranych filarów ochronnych, co daje pogląd na skalę zagadnienia. Zastosowanie metod eksploatacji, uwzględniających minimalizowanie jej wpływów na powierzchnię terenu, umożliwiło wybranie szeregu filarów ochronnych wyznaczonych dla: miast, osiedli i zakładów przemysłowych. Przykładem może tu być eksploatacja prowadzona pod Bytomiem i pod centrum Katowic.

Prowadzenie eksploatacji pod Bytomiem budziło pewne kontrowersje z uwagi na relatywnie dużą liczbę uszkodzonych obiektów. Należy jednak pamiętać, że już w latach 40. Niemcy projektując eksploatacje pod tym miastem, planowali wyburzenie zabudowy i przeniesienie miasta w rejon Tarnowskich Gór [2]. Podobne plany zrealizowane zostały w Ostrawsko – Karwińskim Zagłębiu Węglowym w latach 60. Miasto Poruba zostało wyburzone, a w zamian zbudowano miasto Havirov z obiektami odpowiednio zabezpieczonymi na wpływy eksploatacji.

Eksploatację w filarze ochronnym Bytomia [5, 6] prowadzono od 1950r. i była ona największym przedsięwzięciem tego typu w Polsce. Eksploatację zaprojektowano z podsadzką hydrauliczną, przy odpowiednim rozmieszczeniu frontów i zachowaniu

stosownych odległości krawędzi eksploatacji w poszczególnych pokładach. W trakcie prowadzenia robót napotkano jednak na trudności techniczne oraz związane z niesprzyjającymi warunkami geologicznymi. Kopalnia „Szombierki” nie była w stanie odpowiednio szybko udostępnić głębszych poziomów, co spowodowało prowadzenie eksploatacji w zakresie niezgodnym z projektem, a w konsekwencji zwiększone wartości odkształceń i większą liczbę uszkodzonych obiektów. Złe warunki geologiczne w południowym skrzydle niecki i w zachodniej części filara spowodowały nie wybranie pewnych partii złoża. Zagrożenie tapaniami wymagało z kolei prowadzenia eksploatacji w niektórych partiach z zawalem stropu. Wszystkie te czynniki spowodowały w niektórych obszarach wzrost wartości odkształceń poziomych - z zakładanych maksymalnych równych 3mm/m do ok. 7mm/m, a w konsekwencji uszkodzenia obiektów. W okresie od 1950r. do 1975 r. wydobyto pod Bytomiem 44 mln. ton węgla, co przyniosło wymierne korzyści gospodarce, przedłużyło czas pracy kopalni „Szombierki” i „Dymitrow”, a ponadto dostarczyło cennych doświadczeń dla projektowanej następnie eksploatacji pod centrum Katowic.

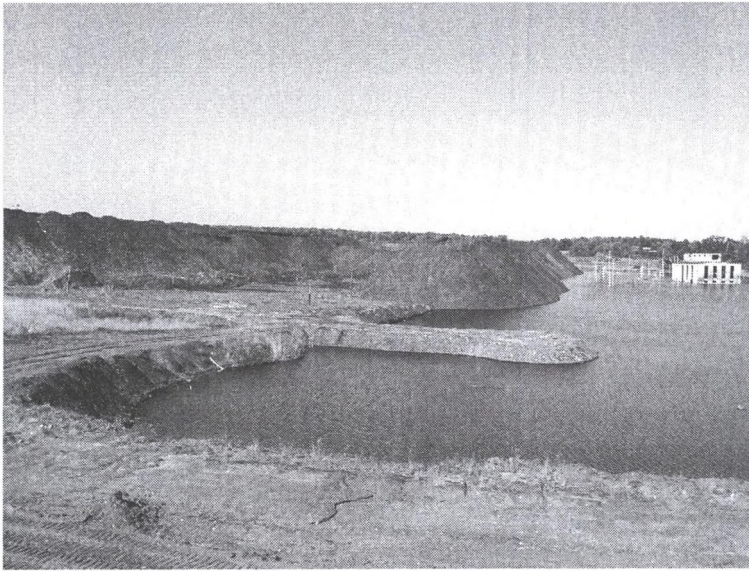
Planowa eksploatacja pod centrum Katowic może być natomiast uznana za przedsięwzięcie bardziej udane. Po zakończeniu pierwszego etapu wybierania liczba uszkodzonych obiektów była o 30% mniejsza od przewidywanej, a wybieranie prowadzono również pod obiektami monumentalnymi o niskiej odporności, takich jak: Superjednostka, Hala Widowiskowo – Sportowa, a następnie pod Katedrą Chrystusa Króla.

Sukcesem było również wybieranie filarów ochronnych zakładów przemysłowych takich jak: Huta „Pokój”, Zakłady Urządzeń Technicznych „Zgoda” w Świętochłowicach i innych.

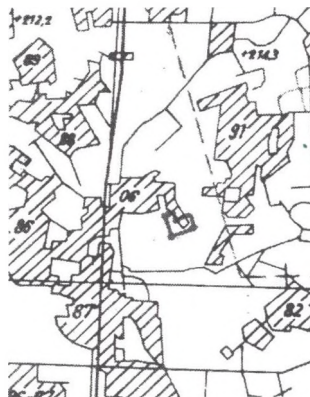
Należy jednak pamiętać, że stosowanie metod minimalizacji wpływów eksploatacji górniczej na powierzchnię terenu i odpowiednie przepisy prawne nie mogą wyeliminować niekorzystnego oddziaływania robót górniczych. Dzieje się tak dlatego, że niektóre czynniki, decydujące o powstawaniu deformacji są trudne do przewidzenia, lub nie można ich całkowicie wyeliminować. Przykładem mogą być tu zalewiska poeksploatacyjne i składowiska odpadów (fot. 1).

W niektórych przypadkach, jak np. w rejonie Bytomia, gdzie prowadzono płytką eksploatację rudną (lub pokładów węgla) dochodzi do powstawania deformacji nieciągłych. Mając na uwadze fakt, że losowy charakter tych deformacji pozwala jedynie na określanie prawdopodobieństwa ich wystąpienia oraz często brak jest ścisłych danych odnośnie do lokalizacji płytkich, dawnych wyrobisk, trudno przewidzieć czy i kiedy deformacje te

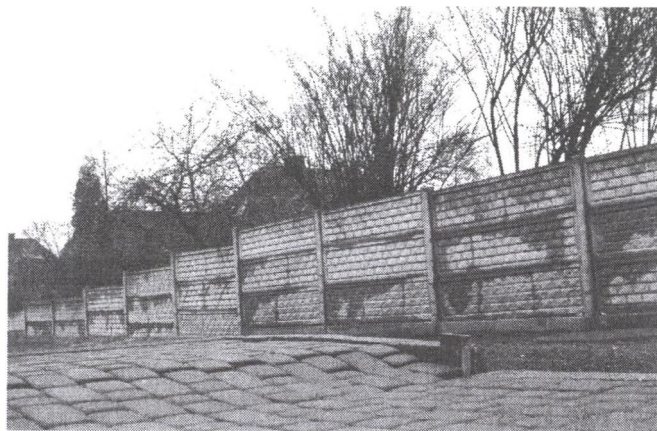
wystąpią. Ilustruje to poniższy przykład. W nowo wybudowanym budynku i w jego sąsiedztwie wystąpiły liczne uszkodzenia, spowodowane deformacjami nieciągłymi i ciągłymi. W rejonie nieruchomości prowadzona była eksploatacja rud cynku i ołowiu w roku 1886 na głębokości ok. 60 m, na wysokość ok. 2,5 m. Następnie w kilku pokładach prowadzono eksploatację węgla kamiennego.



Fot. 1. Zalewisko poeksploatacyjne w sąsiedztwie hałdy
Photo 1. Reservoir arised after mining extraction near slag heap



Rys. 1. Schemat lokalizacji obiektu względem starych wyrobisk porudnych
Fig. 1. The scheme of building localization with respect to old work sealing

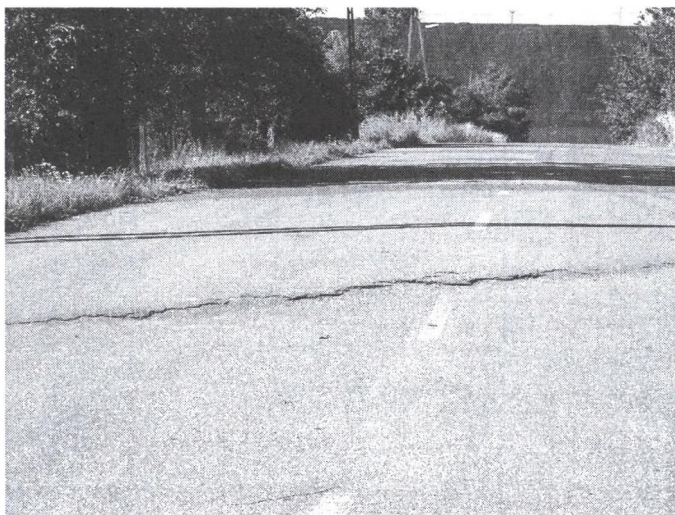


Fot. 2. Widok deformacji nieciągłych
Photo 2. The view of step in the ground

W analizowanym przypadku płytkie wyrobiska porudne zostały udokumentowane na mapach. Mapy nieczynnych już kopalń w formie zapisu numerycznego przechowywane są w archiwum Wyższego Urzędu Górniczego. Niestety zdarzają się jednak przypadki braku informacji odnośnie do dokonanej eksploatacji z XIX w. Dotyczy to głównie nielegalnej działalności górniczej (biedaszyby), czy też dawnej eksploatacji niemieckiej.

Ogromnym zagrożeniem są obecnie deformacje nieciągłe liniowe, występujące głównie w formie uskoków terenowych. Przyczyną ich występowania jest najczęściej prowadzenie eksploatacji z zawałem stropu do wspólnej linii, wyznaczonej przez uskok tektoniczny, granicę Obszaru Górniczego, filar itp. Na fotografii 3 widoczne są uskoki terenowe przecinające jezdnię. Uskoki te są często przyczyną poważnych uszkodzeń, a nawet zniszczeń budynków, które trudno zabezpieczyć na ten rodzaj deformacji.

Oddzielnym problemem są wstrząsy górotworu. Ich natężenie i częstość w Górnomośląskim Zagłębiu Węglowym nie jest obecnie duża, lecz w przeszłości powodowały one poważne i liczne uszkodzenia. Przykładowo wstrząs o energii w epicentrum $E = 9 \cdot 10^9 \text{ J}$, mający miejsce w 1982r. spowodował uszkodzenie ok. 590 budynków w Bytomiu [7]. W latach 70. i w początku lat 80. sumaryczna liczba wstrząsów o energii przekraczającej 10^5 J kształtowała się na poziomie 3 – 4 tys, w końcu lat 90. wahała się pomiędzy od ok. 500 do ok. 1000. Obecnie najwięcej wysokoenergetycznych wstrząsów występuje w LGOM. Natomiast wstrząsy o największej w Polsce energii wystąpiły w Kopalni Węgla Brunatnego w Bełchatowie [4]. Wstrząsy o energiach rzędu 10^{10} J wystąpiły sporadycznie, bo po jednym w latach: 1980, 1985 i 1992.



Fot. 3. Widok uskoku terenowego przecinającego jezdnię
Photo 3. The view of step in the ground across the way

4. Podsumowanie

Przedstawiony w ramach pracy materiał pozwala na dokonanie następujących spostrzeżeń:

1. Ochrona terenów górniczych, jako dział sozologii, obejmuje szerokie spektrum czynników związanych z oddziaływaniem eksploatacji złóż na środowisko. Do najpoważniejszych i najbardziej ekologicznie uciążliwych przejawów tego oddziaływania należą przekształcenia geomechaniczne. Doświadczenia polskie, zwłaszcza dotyczące prognozowania i minimalizacji wpływów górnictwa podziemnego na powierzchnię terenu w zakresie deformacji ciągłych, pozwoliły na wybranie pokładów węgla w obrębie wielu filarów ochronnych miast i obiektów przemysłowych. Pomimo występowania uszkodzeń budynków i obiektów infrastruktury miejskiej, prowadzenie eksploatacji w filarach ochronnych przyniosło wymierne korzyści ekonomiczne.
2. Deformacje nieciągłe są najgroźniejsze dla budynków. Zapadliska występują obecnie rzadziej niż w latach ubiegłych, co wiązać można z dużym natężeniem eksploatacji prowadzonej w XX w. i ze schodzeniem z robotami eksploatacyjnymi na coraz niższe horyzonty wydobywcze. Natomiast coraz więcej występuje deformacji liniowych, a zwłaszcza uskoków terenowych, które są skutkiem prowadzenia eksploatacji w kilku

pokładach do wspólnej granicy. Problem ten może narastać w najbliższych latach, powodując uszkodzenia obiektów budowlanych.

3. Należy mieć świadomość także pozytywnych skutków prowadzenia eksploatacji górniczej, m.in. w postaci powstawania terenów rekreacyjnych w wyniku prowadzenia rekultywacji, pozyskiwania metanu, a także czynników społeczno – socjalnych.

LITERATURA

1. Biuletyn Górniczy nr 5-6 (83-84) maj – czerwiec 2002.
2. Chudek M.: Geomechanika z podstawami ochrony środowiska górniczego i powierzchni terenu. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice 2002.
3. Kaszowska O.: Koszty usuwania szkód w budynkach na terenach górniczych. Przegląd Górniczy nr 4/2005.
4. Kasztelewicz Z.: Polskie górnictwo węgla brunatnego. Redakcja „Górnictwa Odkrywkowego”. Bełchatów, Wrocław 2004.
5. Praca zbiorowa. Ochrona powierzchni przed szkodami górniczymi. Wydawnictwo Śląsk. Katowice 1980.
6. Praca zbiorowa pod red. M. Chudka: Ochrona środowiska w Górnośląskim i Donieckim Zagłębiu Węglowym. Wydawnictwo Pol. Śl. Gliwice 2003.
7. Praca zbiorowa: Ochrona środowiska na terenach górniczych. Wyd. Instytutu Gospodarki Surowcami Mineralnymi. Kraków 2001.
8. Probiez K.: Górnictwo na cenzurowanym. Wydawnictwo Pol. Śl. Gliwice 2001.
9. Strzałkowski P., Ściagała R.: The example of linear discontinuous deformations caused by underground extraction. Conference „OVA 05”, Ostrawa, czerwiec 2005.
10. Zych J., Drzęzła B., Strzałkowski P.: Prognozowanie deformacji powierzchni terenu pod wpływem eksploatacji górniczej. Skrypt Politechniki Śląskiej Nr 1684. Gliwice 1993.

Recenzent: Prof. dr hab. inż. Wiesław Piwowarski