



64-bitowa aplikacja Szkoły 7.0 do prognozowania deformacji górotworu

64-bit application Szkoły 7.0 for making forecasts of ground deformation

Dr inż. Piotr Gruchlik*)

Treść: Szkoły 7.0 to kolejna, nowa wersja programu do prognozowania deformacji górotworu przygotowana do pracy w środowisku o architekturze x64. Przystosowanie programu do nowego 64-bitowego środowiska wymagało optymalizacji kodu tak, aby program Szkoły mógł w pełni wykorzystywać moc 64 bitów. Taka modernizacja programu w odpowiednim systemie operacyjnym zwiększa wydajność i precyzję wykonywania obliczeń.

Abstract: Szkoły 7.0 is another, updated version of the program for making forecasts of ground deformation, prepared to work in the x64 architecture environment. Adapting the program to the new 64-bit architecture environment required the optimization of the code so that the program Szkoły could use the full power of 64 bits. Such redevelopment of the program in the correct operating system increases the efficiency and precision of calculations.

Słowa kluczowe:

program komputerowy, deformacje górotworu, prognoza, szkody górnicze

Keywords:

computer program, ground deformation, forecast, mining damage

1. Wprowadzenie

System *Szkoły* do prognozowania poeksploatacyjnych deformacji górotworu posiada w Głównym Instytucie Górnictwa wieloletnią historię. Początki tego oprogramowania prognostycznego, opartego na teorii Budryka-Knothego opisującej ruchy górotworu pod wpływem podziemnej eksploatacji górniczej, sięgają początków epoki komputerów, Elektronicznej Techniki Obliczeniowej. Kolejne etapy rozwoju oprogramowania dyktowane były postępowaniem rozwoju technologii IT. W ślad za rozwojem sprzętu i oprogramowania informatycznego system *Szkoły* wymagał i wymaga modernizacji. Obecnie komputery 64-bitowe stają się standardem i coraz częściej aplikacje korzystają z większych zasobów pamięci operacyjnej w architekturze 64-bitowej. W związku z tym pojawiła się potrzeba zmodernizowania do postaci aplikacji 64-bitowej programu *Szkoły*. Kontynuacją tego przedsięwzięcia będzie modernizacja i przekompilowanie programów narzędziowych systemu *Szkoły* na platformę 64-bitową.

2. Historia programu Szkoły

Do najczęściej stosowanych w Polsce teorii opisujących ruchy górotworu pod wpływem podziemnej eksploatacji górniczej należy teoria Budryka-Knothego. Na podstawie tej teorii opracowano w GIG, począwszy od roku 1972, wiele programów prognostycznych, których głównym autorem był dr Eligiusz Jędrzejec. Pierwsze programy powstały w czasach rozwoju elektronicznej techniki obliczeniowej dla maszyn Odra 1204 i PDP-11. Wielkim krokiem w dziedzinie rozwoju programów *Szkoły* stała się era komputerów

osobistych. W latach 1987-1993 dla komputerów PC pracujących pod kontrolą DOS zostały napisane programy *Szkoły 2.0* oraz *Szkoły 3.0*. System *Szkoły 2.0* służył do prognozy ustalonych wskaźników deformacji pochodzących od etapów eksploatacji traktowanych jako grupy parcel bez uwzględniania harmonogramu eksploatacji. W systemie *Szkoły 3.0* wprowadzono możliwość uwzględniania harmonogramu eksploatacji i wyszukiwania tzw. czasowo ekstremalnych wartości wskaźników deformacji, nazywanych też historycznymi ekstremami wskaźników. Wprowadzono również możliwość prognozowania deformacji niestabilnych przy funkcji czasu postulowanej przez Knothego, dla której parametrem czasu c ma wartość odrębną dla każdej parceli (Jędrzejec 1993).

Zapoczątkowany w roku 1995 przez firmę Microsoft rozwój wielozadaniowych systemów operacyjnych dla komputerów PC sprawił, iż programy ery DOS przestały być wygodne w takim stopniu jak to odczuwano niegdyś. Znacznie większa szybkość przetwarzania związana z pracą procesorów Pentium w tzw. trybie chronionym, wykorzystującym pełną listę rozkazów dla 32-bitowych rejestrów i 32-bitową adresację pamięci oraz możliwości graficzne, a także multimedialne Windows 95/98/NT stworzyły potrzebę przeprogramowania używanych dotychczas narzędzi prognostycznych na aplikacje 32-bitowe. W 1999 roku została opracowana aplikacja *Szkoły 4.0* czyli 32-bitowa wersja systemu *Szkoły 3.0*. W kolejnych latach zrealizowano korektę i ulepszenia teoretycznych podstaw algorytmów obliczeniowych. W wersji tej dokonano szeregu zmian interfejsu graficznego, co polepszyło wygląd formularzy i wygodę obsługi. Wprowadzono też pomoc kontekstową (Jędrzejec 2002).

Aplikacja *Szkoły 5.0* to kolejna, ulepszona wersja systemu *Szkoły*, która sukcesywnie wzbogacana była o programy narzędziowe usprawniające realizację zadań prognostycznych. Kolejne usprawnienia to zautomatyzowanie procesów edycji

*) Główny Instytut Górnictwa, Katowice



Rys. 1. Historia rozwoju programu *Szkody*
Fig. 1. History of the program *Szkody*

danych i generowania raportów na bazie wyników obliczeń oraz integracja ze środowiskami programów GIS (Gruchlik i in. 2006). Dalszy rozwój programów narzędziowych poszerzył geomatyczne możliwości systemu *Szkody 5.0* w zakresie tworzenia i edycji geoprzestrzennych baz danych o eksploatacjach górniczych (Jędrzejec 2008a).

W 2008 roku opracowano 6. wersję programu *Szkody*, w której uwzględniono zmienną prędkość i grubość wybierania, trójparametrową funkcję czasu i modelowanie niecki stropowej w postaci wieloprogowej. Program *Szkody 6.0* to użyteczne narzędzie do sporządzania trafniejszych prognoz deformacji w złożonych warunkach geologiczno-górniczych (Jędrzejec 2008b).

3. Program *Szkody 7.0*

Program *Szkody 7.0* jest 64-bitową aplikacją MDI (*Multi Document Interface*) z wielopoziomowym interfejsem graficznym użytkownika. *Szkody 7.0* składa się z 71 modułów programowych kodu programu napisanego w języku programowania Object Pascal. Całość skompilowano do postaci pliku wykonywalnego *szkody7.exe* w środowisku programistycznym Delphi 10.



Rys. 2. Główny formularz i winieta programu *Szkody 7.0*
Fig. 2. Main form and info about the program *Szkody 7.0*

Dokumentem jest jeden wariant prognozy reprezentowany przez formularz (okno) opatrzony nazwą wariantu i zawierający kontrolkę *PageControl*, której kolejne karty obsługują zadania wariantu: edycję danych, obliczenia i edycję raportów

Przedmiotem opracowywania przy pomocy aplikacji *Szkody* jest zagadnienie prognostyczne, które nazwane zostało projektem. Projekt może składać się z więcej niż jednego wariantu prognozy. Wariant zawiera najmniejszy spójny zestaw

informacji określający całkowicie i jednoznacznie pewną pomyślaną realizację eksploatacji górniczej wraz z określeniem rejonu jej wpływu i rodzaju wskaźników deformacji. W ramach wariantu prognozy możliwe jest wykonanie zadań, które można podzielić na trzy następujące kategorie:

- Edycja danych,
- Obliczenia,
- Edycja raportów.

Informacje określające projekt prognostyczny zapisywane są w pliku o rozszerzeniu PRJ. Plik ten zawiera informacje o kolejnych wariantach prognozy określonych przez pliki danych, koniecznych do wykonania zadań prognostycznych i potrzebnych plikach wynikowych w każdym wariantcie oraz notatkę charakteryzującą projekt.

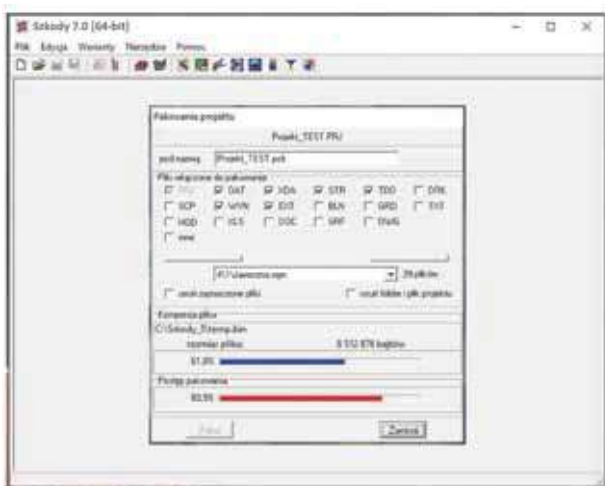
W programie *Szkody* przyjęto, że każde zadanie obliczeniowe i tworzenie raportów wykonywane jest w osobnym wątku programowym. Umożliwia to uruchomienie wielu wątków jednocześnie, co może być wykorzystane zarówno przy ręcznym, jak i automatycznym wykonywaniu wielu zadań. Zadania mają swoją hierarchię, co do kolejności ich wykonywania: nie można wykonać raportu bez wykonanych uprzednio obliczeń, których z kolei nie można wykonać bez sporządzenia danych. W zcentralizowanym zarządzaniu zadaniami można wykonać automatycznie tylko obliczenia i raporty pod warunkiem, że odpowiednie dane zostały sporządzone. Dlatego zadań edycji danych nie można włączyć do automatyki przetwarzania. Wykonywanie całego ciągu wątków realizowane jest według określonego scenariusza, który powstaje w menadżerze zadań.

W związku z rozproszoną strukturą danych projektu (pliki PRJ, danych i wyników poszczególnych wariantów mogą być umieszczone w różnych folderach), jego przeniesienie na inny komputer bądź archiwizacja przy pomocy standardowych narzędzi może być niełatwym zadaniem. Pomocne w tym są specjalne narzędzia pakowania i rozpakowania wskazanego projektu. Pakowanie projektu polega na połączeniu pliku PRJ i zdefiniowanych w nim plików danych i wyników w jeden plik binarny, który następnie jest poddany kompresji. Produktem końcowym jest plik o nazwie identycznej z nazwą pakowanego projektu, lecz o rozszerzeniu PCK. Ponieważ nie zawsze wszystkie pliki muszą być przenoszone (zwłaszcza obszerne pliki wyników), użytkownik może wskazać typy plików, które należy spakować.



Rys. 3. Automatyca realizacja wielowariantowego projektu w menadżerze zadań programu *Szkody 7.0*

Fig. 3. Automatic implementation of a multivariate project in the task manager of the program *Szkody 7.0*



Rys. 4. Pakowanie projektu w programie *Szkody 7.0*

Fig. 4. Packaging the project in the program *Szkody 7.0*

Zaznaczenie kontrolki wyboru pliku z folderów projektu powoduje, że wybrane typy plików będą pakowane pod warunkiem, że znajdują się w folderach projektu. Można także zarządzić usunięcie (po spakowaniu archiwum) oryginałów plików i ewentualnie pustych folderów. Proces łączenia plików w jeden, a następnie jego kompresja sygnalizowany jest przy pomocy dwóch pasków postępu: górnego wskazującego stan operacji w kolejnych plikach i dolnego – określającego ogólny postęp procesu pakowania. Plik PCK spakowanego projektu można przenieść do innego komputera lub też zarchiwizować. Rozpakowanie projektu pliku PCK przebiega odwrotnie do operacji pakowania. Po wyborze nazwy pliku PCK, w dialogu otwierania plików następuje jego dekompresja, której stopień wykonania jest sygnalizowany w postaci paska postępu. Po dekompresji odczytywana jest charakterystyka projektu, która następnie pokazywana jest w oknie z prawej strony dialogu. U dołu tego okna pojawia się także informacja o liczbie wariantów zawartych w projekcie. Po uruchomieniu rozpakowywania projektu następuje wydzielenie poszczególnych plików wchodzących w skład spakowanego projektu, co jest sygnalizowane za pomocą dwóch pasków postępu: górnego wskazującego wypakowywanie kolejnych plików i dolnego – określającego ogólny postęp procesu rozpakowywania. Wypakowane pliki zapisywane są w folderach określonych

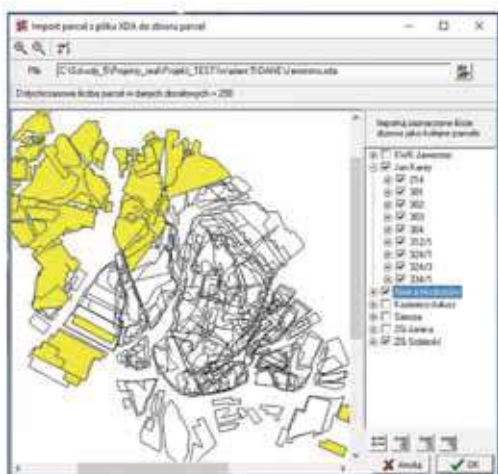
w konfiguracji programu *Szkody* komputera docelowego. Jeśli potrzebnego foldera nie ma, to jest on tworzony.

Zaznaczenie pola wyboru wczytaj projekt po rozpakowaniu spowoduje jego wczytanie, a zaznaczenie pola wyboru pytaj o pliki powoduje wywołanie dialogu, w którym trzeba decydować o nadpisaniu pliku, ilekroć taki plik już istnieje (gdy pole to nie jest zaznaczone, wszystkie istniejące pliki są automatycznie nadpisywane).

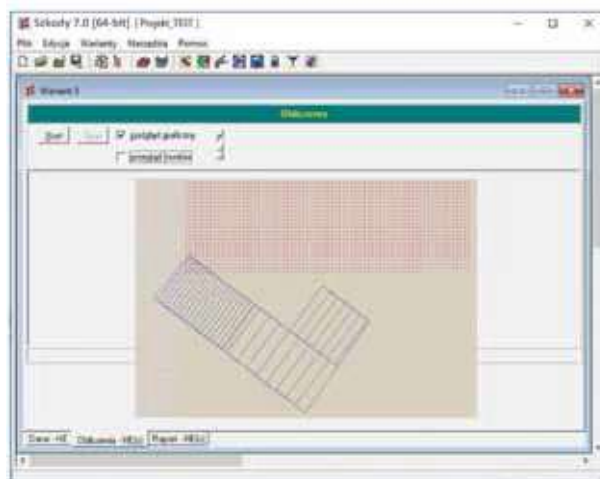
3.1. Edycja danych

W programie *Szkody 7.0* używanych jest kilka rodzajów plików danych potrzebnych do prognozy. Edytor danych obsługuje dane zawarte w plikach o rozszerzeniu nazwy: DAT, STR, TDD, XDA. Plik DAT jest plikiem binarnym i zawiera informacje określające między innymi kształt i parametry parcel eksploatacyjnych oraz położenie punktów obliczeniowych. Plik STR to plik tekstowy zawierający informacje pomocnicze potrzebne do konstruowania harmonogramu. Plik TDD jest plikiem tekstowym z danymi określającymi między innymi harmonogram eksploatacji i geometrię obiektów liniowych, gdy obliczenia mają ich dotyczyć. Plik XDA to plik, w którym są zawarte informacje o przynależności parcel do ścian, pokładów i kopalń.

W edytorze parcel istnieje możliwość importu parcel z pliku XDA oraz z bazy danych XDA. Dane do prognozy można też importować z pliku DAT (kontury i parametry) lub BLN (same kontury). W formularzu importu znajduje się mapa parcel zawartych w tym pliku oraz drzewo ich przynależności. Każdy element drzewa zaopatrzonej jest w kontrolkę wyboru, a zaznaczone elementy są importowane (wybór kopalni zaznacza wszystkie jej pokłady, ściany i parcele, zaznaczenie pokładu zaznacza wszystkie jego ściany i ich parcele a zaznaczenie ściany zaznacza wszystkie jej parcele). Formularz importu z bazy danych XDA posiada dodatkowo możliwość filtrowania właścicieli kopalń, a spośród nich pożądaných kopalń. Dla tak zdefiniowanego filtru wyszukiwane są pliki XDA wchodzące w skład bazy i zawierające parcele należące do wybranych kopalń. Łączne informacje z tych plików przedstawiane są w postaci drzewa kopalnia-pokład-ściana-parcela, którego każdy element zaopatrzonej jest w kontrolkę wyboru. Zestaw parcel należących do zaznaczonego pliku pokazywany jest w postaci graficznej, a parcele zaznaczone do importu są zaznaczane żółtym kolorem (Gruchlik, Jędrzejec 2011).



Rys. 5. Import danych z pliku XDA w programie Szkiody 7.0
 Fig. 5. Data import from XDA file in the program Szkiody 7.0



Rys. 6. Obliczenia z poglądem graficznym w programie Szkiody 7.0
 Fig. 6. Calculations with a graphical preview in the program Szkiody 7.0

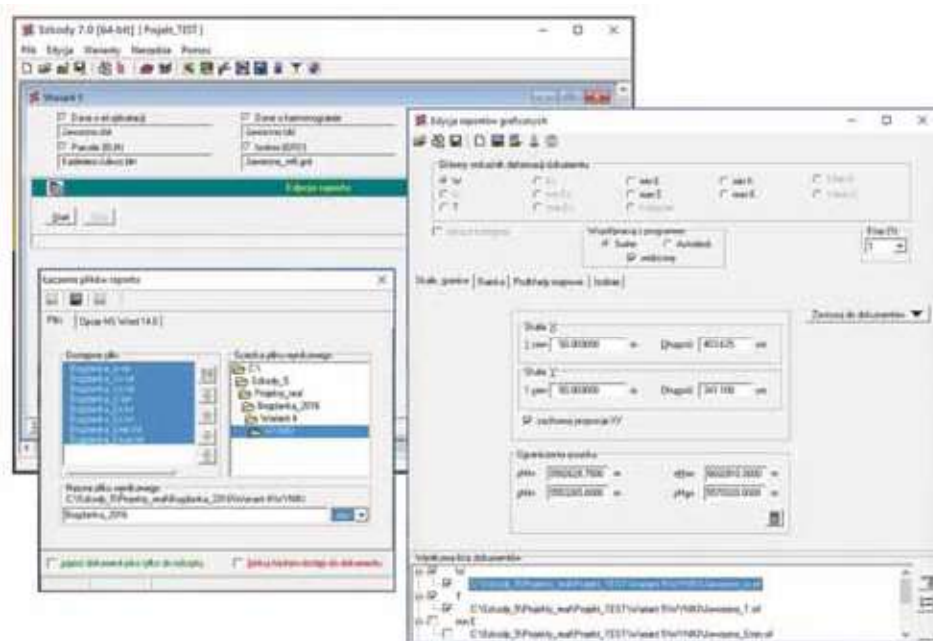
3.2. Obliczenia

W przypadku siatki punktów obliczeniowych wyznaczana jest lokalna dla kolejnych parcel siatka punktów obliczeniowych (z uwzględnieniem zasięgu wpływów). Siatka wspólna, na początku kroku pusta, jest uaktualniana jako suma siatek lokalnych. Po wykonaniu pełnych obliczeń dla danego kroku przeszukiwania, zostaje wykonana aktualizacja ekstremów w obrębie siatki wspólnej. W przypadku punktów rozproszonych obliczenia są wykonywane dla wszystkich punktów, lecz punkt jest pomijany, gdy leży poza obszarem wpływów danej parceli, natomiast aktualizacja ekstremów jest wykonywana dla wszystkich punktów. W trakcie aktualizacji ekstremów kolor punktów obliczeniowych zmienia się na turkusowy. W trakcie obliczeń dla punktów rozproszonych lub obiektów liniowych tworzony jest automatycznie plik tekstowy o rozszerzeniu HOD, w którym notowane są wartości wybranych wskaźników deformacji w każdej chwili przeszukiwania i w każdym punkcie obliczeniowym. Plik ten można przeglądać w każdym edytorze tekstowym lub przy pomocy programu narzędziowego *hodograf.exe* służącego do podglądu tych wskaźników w postaci graficznej (Gruchlik, Jędrzejec 2007).

W zależności od położenia parcel i koncentracji eksploatacji, czasoprzestrzenne rozkłady wskaźników deformacji mogą mieć złożony charakter z wieloma ekstremami lokalnymi (z punktu widzenia zależności od czasu). Poszukiwanie tych ekstremów ogranicza się do tak zwanego przypadku dyskretnego: analizowany ciągły przedział czasu dyskretyzuje się, czyli zamienia się go na skończony zbiór dostatecznie gęsto rozłożonych momentów przeszukiwania (próbkiowania), w których oblicza się dokładne wartości wskaźników deformacji, a następnie wyszukuje się historyczne ekstrema spośród tak wyznaczonego zbioru wartości tych wskaźników.

3.3. Edycja raportów

W zależności od typu prognozy, dostępne są różne rodzaje raportów. Ze względu na organizację punktów obliczeniowych (siatka punktów obliczeniowych, punkty rozproszone, obiekty liniowe), która w istocie jest ściśle związana z typem obiektu fizycznego, który te punkty reprezentują (teren, obiekty punktowe, obiekty liniowe), można je podzielić na dwie grupy:



Rys. 7. Edycja raportów wariantu projektu w programie Szkiody 7.0
 Fig. 7. Editing the results of the project variant in the program Szkiody 7.0

- pliki GRD – dla siatki punktów obliczeniowych,
- pliki TXT tablic – dla punktów rozproszonych i obiektów liniowych.

Ze względu na liczbę punktów obliczeniowych, nie przewiduje się raportów tabelarycznych dla siatki punktów obliczeniowych, a jedyną formą raportu jest plik GRD zawierający wartości danego wskaźnika reprezentowanego w każdym punkcie przez jedną liczbę. Wynikowy plik GRD służy do sporządzenia rysunku izolinii wartości tego wskaźnika przy pomocy programu Surfer lub GridView bądź też innej aplikacji GIS umożliwiającej wizualizację wyników prognozy.

Raporty tabelaryczne stanowiące wynik prognozy dla punktów rozproszonych lub obiektów liniowych umieszczane są w osobnych dla każdego wskaźnika deformacji plikach tekstowych. Przy tworzeniu dokumentacji prognozy istnieje możliwość automatycznego połączenia dowolnie wybranych raportów (pochodzących z tego samego wariantu projektu prognozy) w jeden plik. Wyniki prognozy można również wyeksportować do pliku w formacie Microsoft Word lub do pliku w formacie Microsoft Excel.

4. Podsumowanie

W 2016 roku zmodernizowano do postaci 64-bitowej aplikacji jądro systemu *Szkody* i opracowano testową wersję *Szkody 7.0*. Kontynuacją tego przedsięwzięcia będzie modernizacja i przekompilowanie programów narzędziowych systemu *Szkody* na platformę 64-bitową.

Ulepszony program *Szkody 7.0* znajduje się obecnie w fazie testowania wersji kandydującej do stabilnej wersji końcowej (*Release Candidate*).

Literatura

- GRUCHLIK P., JĘDRZEJEC E. 2007 - Graficzny podgląd wskaźników deformacji prognozowanych w obiektach punktowych. Prace Naukowe GIG. Bezpieczeństwo obiektów budowlanych na terenach górniczych – Szkody Górnicze. Kwartalnik „Górnictwo i Środowisko”, s. 49-54
- GRUCHLIK P., JĘDRZEJEC E. 2011 - Nowe narzędzia geomatyczne w programie Szkody. Prace Naukowe GIG. Górnictwo i Środowisko. XI Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Środowiska na terenach górniczych. Hucisko 2011, s. 150-159.
- GRUCHLIK P., JĘDRZEJEC E., MUSZYŃSKI L 2006 - Nowe rozwiązania programu Szkody, Prace Naukowe GIG. Górnictwo i Środowisko. Wydanie specjalne – Bezpieczeństwo obiektów budowlanych na terenach górniczych – Szkody Górnicze, s. 130-138.
- JĘDRZEJEC E. 1993 - Komputerowy system prognozowania wpływu podziemnej eksploatacji górniczej na górotwór. Materiały z Konferencji: II Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych. Ustroń-Jaszowiec, s. 83-93.
- JĘDRZEJEC E. 2002 - 32-bitowa aplikacja Szkody 4.0 do prognozowania poeksploatacyjnych deformacji górotworu. Prace Naukowe GIG. Seria Konferencje Nr 41. Problemy ochrony terenów górniczych, Katowice, s. 193-200.
- JĘDRZEJEC E. 2008a - Wersja 5.0 programu Szkody do prognozowania poeksploatacyjnych deformacji górotworu Miesięcznik WUG „Bezpieczeństwo Pracy i Ochrona Środowiska w Górnictwie”. nr 2, s. 15-19.
- JĘDRZEJEC E. 2008b - Eksperymentalna wersja 6 systemu Szkody do prognozowania deformacji niestabilnych spowodowanych eksploatacją o zmiennych dobowych postępach. Prace Naukowe GIG. Bezpieczeństwo obiektów budowlanych na terenach górniczych. Kwartalnik „Górnictwo i Środowisko” nr 6, s. 115-118.

Artykuł wpłynął do redakcji – październik 2017
Artykuł akceptowano do druku 10.11.2017