

Wpływ generalizacji danych geometrycznych na dokładność prognoz deformacji terenu górniczego – zdefiniowanie problemu

The impact of geometric data generalization on the accuracy of deformation predictions of the mining area – framing of the problem



Dr inż. Marian Poniewiera*)



Dr hab. inż. Violetta Sokola-Szewiola*)



Dr inż. Aleksandra Mierzejowska*)

Treść: W artykule przedstawiono problematykę związaną z przygotowaniem danych o eksploatacji do celów obliczeń prognostycznych. Literatura przedmiotu jest bardzo bogata w zakresie stosowanych algorytmów, natomiast z doświadczeń praktycznych wynika, że kluczowe znaczenie ma również odpowiednie przygotowanie danych źródłowych. W artykule przeanalizowano tworzenie i edycję parcel eksploatacyjnych na podstawie numerycznego modelu złoża. Opiszono sposób dwustronnej komunikacji między mapą numeryczną a programami prognozującymi deformację terenu górniczego. Przedstawiono automatyczne nadanie prognozowanej kategorii odkształceń obiektom z uwzględnieniem ich daty budowy. Wymieniono możliwości programu Geolisp w zakresie wizualizacji wyników obliczeń prognostycznych, wyszukiwania obiektów spełniających określone kryteria, sporządzania raportów, kolorowania budynków zgodnie z kategorią odkształceń itp.

Abstract: This paper presents the issues related to the preparation of data on exploitation for the purpose of prognostic calculations. The literature on the subject is very rich in terms of the algorithms used, and practical experience shows that the preparation of relevant source data is also of key importance. The paper shows an analysis of the creation and edition of exploitation plots on the basis of a numeric model of the deposit. The method of bilateral communication between a numerical map and programs predicting deformation of a mining area has been described. Automatic assignment of the forecasted strain category to the objects has been presented, including their construction date. The possibilities of the Geolisp program in the scope of visualization of the results of prognostic calculations, searching for facilities meeting specific criteria, preparing reports, coloring of the buildings according to the category of deformations, etc. were listed.

Słowa kluczowe:

Numeryczny Model Złoża, deformacje terenu górniczego

Keywords:

Numerical Deposit Model, mining area deformation

1. Wprowadzenie

W Katedrze Eksploatacji Złóż Politechniki Śląskiej w Gliwicach prowadzone są badania związane z analizą wpływu sposobu przygotowania danych na wyniki obliczeń prognostycznych. Literatura przedmiotu jest bardzo bogata

w zakresie stosowanych algorytmów, natomiast z doświadczeń praktycznych wynika, że w celu wykonania prognoz terenu górniczego spełniających określone wymagania dokładnościowe, kluczowe znaczenie ma również odpowiednie przygotowanie danych źródłowych.

Dynamiczny rozwój nowoczesnych technologii cyfrowych i powszechny do nich dostęp oraz przepisy prawne pozwalają

*) Politechnika Śląska, WGiG, Gliwice

obecnie na pobranie danych wprost z numerycznego modelu złoza (Biegun, Krawczyk 2016). Takie postępowanie pozwala na uniknięcie błędów generalizacji danych geometrycznych, a także grubych błędów, które mogą wystąpić przy wprowadzeniu informacji do programu liczącego metodą z klawiatury. Szczególnie przy zaburzonym złożu, w którym występują fałdy i uskoki, błąd generalizacji danych może przekroczyć kilkanaście, a w skrajnych przypadkach nawet kilkadziesiąt procent.

W artykule przedstawiono problematykę związaną z dwustronną komunikacją między mapą numeryczną a programami prognozującymi deformację terenu górniczego, co ma istotne znaczenie dla badań stanowiących przedmiot artykułu. W rozważaniach uwzględniono oprogramowanie stosowane w większości kopalń prowadzących podziemną eksploatację węgla kamiennego w GZW, tj. program Geolisp oraz EDN-OPN. Opisano zagadnienia tworzenia i edycji parcel eksploatacyjnych na podstawie numerycznego modelu złoza. Wymieniono możliwości programu Geolisp w zakresie wizualizacji wyników obliczeń prognostycznych, wyszukiwania obiektów spełniających określone kryteria, sporządzania raportów, kolorowania budynków zgodnie z kategorią odkształceń itp. Wspomniano również o możliwości wykorzystania wolnego i otwartego oprogramowania klasy GIS do gromadzenia danych o obiektach posadowionych na terenie górniczym.

2. Opis użytego oprogramowania

Obecnie najpopularniejszym oprogramowaniem, stosowanym do tworzenia i obsługi cyfrowych map górniczych, jest program Geolisp – autorstwa Mariana Poniewiera (www.geolisp.pl, Poniewiera 2017, Jelonek i in. 2015, Poniewiera, Tchórzewski 2012, Poniewiera, Klemens 2010). Działa on w środowisku CAD, takim jak AutoCAD, BricsCAD itp. i pozwala na zautomatyzowanie najczęstszych prac z zakresu przygotowania map górniczych. Pozwala na półautomatyczne tworzenie map przeglądowych i specjalnych na podstawie map podstawowych o różnej skali i treści, a także na automatyczne wygenerowanie modelu 3D na podstawie „płaskiej” mapy. Umożliwia wykonywanie analiz, sporządzenie dokumentacji mierniczo-geologicznej i budowę numerycznego modelu złoza. Zawiera kilka tysięcy symboli z zakresu geodezji, przygotowania produkcji, kolejnictwa, urbanistyki oraz górnictwa i geologii, w tym wentylacji, wyrobisk górniczych, transportu podziemnego itp. Ponadto umożliwia transformację między lokalnymi i krajowymi układami współrzędnych (Sokoła-Szewiła i in. 2017 a).

Program Geolisp współpracuje także z autorskim programem Jana Białka (Białek 2003) – EDN-OPN. Jest to pakiet programów stosowanych do obliczania prognozowanych deformacji terenu górniczego i górotworu. W skład pakietu wchodzi m.in. programy: EDBJ1 umożliwiający obliczenie deformacji dla poszczególnych punktów obliczeniowych – wynik zapisywany jest w postaci tabeli, EDBJ2 umożliwiający uzyskanie map warstwicznych wybranych wskaźników deformacji oraz OPN1W, który służy do sporządzania opinii działu mierniczo-geologicznego. Program Geolisp pozwala na połączenie wyników tych obliczeń z mapą cyfrową (Sokoła-Szewiła, Poniewiera 2017), dzięki czemu możliwe jest: wykonanie topologii budynków, wykrycie i kolorowanie obiektów, których kategoria odporności jest niższa niż kategoria wpływów, dodanie powierzchni DTM (*Digital Terrain Model* – Cyfrowy Model Terenu) terenu do powierzchni obniżenia, a także wyznaczenie obszarów, które mogą zostać zalane w wyniku eksploatacji górniczej.

3. Numeryczny model złoza

Numeryczny model złoza można utworzyć w programie Geolisp wykorzystując szereg narzędzi, w jakie program jest wyposażony. Spąg pokładu możemy przedstawić w postaci siatki trójkątów o wierzchołkach w otworach geologicznych, kotach wysokościowych i uskokiach (Poniewiera, 2013). W analogiczny sposób tworzymy powierzchnię TIN miąższości, gęstości, zasiarzenia, przewidywanego opadu stropu itp. Program umożliwia zwizualizowanie powierzchni również przy pomocy izolinii oraz kolorowania. W jednym rysunku może być zaprezentowanych wiele powierzchni. Możliwe jest wykonanie przekroju przez górotwór między dowolnymi punktami, rzutowanie dowolnych obiektów na powierzchnię, zarządzanie warstwami rysunku i bazą otworów wiertniczych, ucięcie, przedłużenie (ekstrapolacja) oraz kontrola powierzchni, wizualizacja wybranego obszaru. Możemy również obliczać i opisywać: średnie wartości dla wskazanych wieloboków, nachylenia, rzędną w każdym trójkącie, sumę wybranych powierzchni i typ węgla na podstawie powierzchni TIN (*Triangulated Irregular Network*) oraz edytować powierzchnie: dodawać punkty, stopniować rozchodzące się zmiany, wygładzać i upraszczać (Błaszczak-Bąk i in. 2018).

Nowe punkty na powierzchni możemy tworzyć na podstawie: obiektów rysunkowych (np. kot wysokościowych, bloków analizy chemicznej), miąższości (np. tylko niewybrana kopalina lub tylko wybrany przerost itp.), zewnętrznych plików tekstowych w różnych formatach, rekordów bazy danych, np. Oracle Spatial.

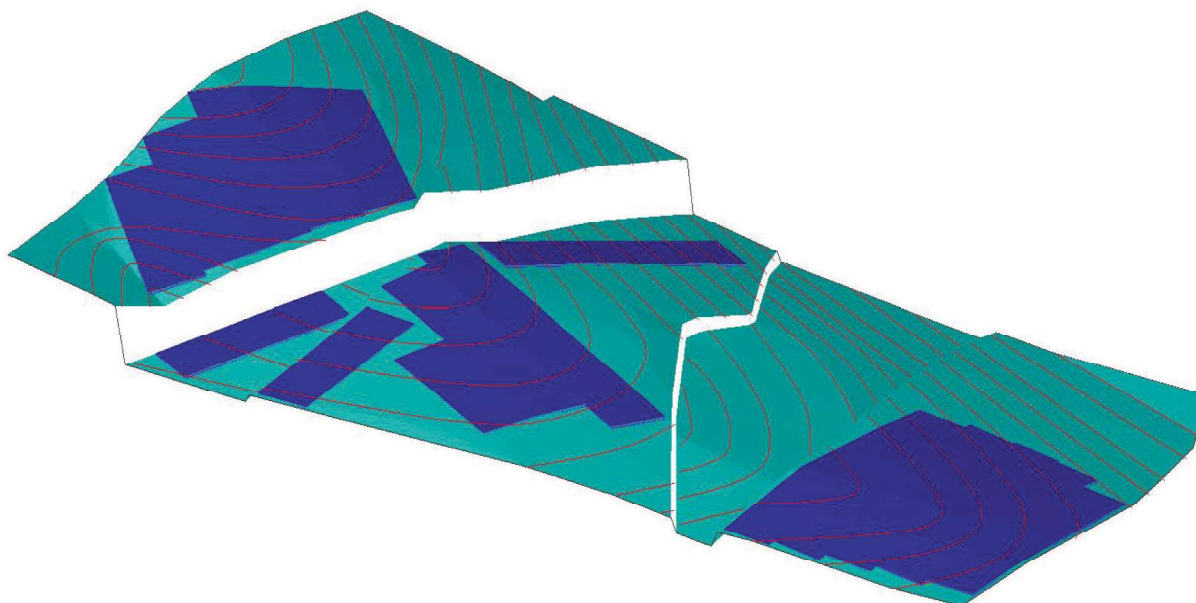
Geolisp umożliwia zarządzanie bazą otworów wiertniczych poprzez: sporządzenie kart otworów, korelację otworów, interpolację niedowierconych pokładów, zapis i odczyt danych w wielu formatach, porównanie atrybutów z danymi historycznymi.

Największym problemem, z którym spotykamy się podczas tworzenia geometrycznego numerycznego modelu złoza dla złóż węgla kamiennego jest wprowadzenie linii nieciągłości: uskoki, linii zrostu pokładów, wyklinowania itd. (Jelonek, i in., 2015). Geolisp potrafi obliczyć przestrzenne położenie uskoki na kilka sposobów. Po pierwsze na podstawie istniejących warstw, które dochodzą do uskoku z obu stron. Drugą możliwością jest założenie, że nachylenie pokładu przed i za uskokiem jest stałe, ta metoda wymaga znajomości zrzutu uskoku. Trzecia możliwość to przeniesienie uskoku z wyżej leżącego pokładu. Najdokładniejszym sposobem, lecz wymagającym stosunkowo dużej liczby danych, jest wykonanie osobnych powierzchni po obu stronach uskoku. W praktyce stosuje się kolejno kilka metod, w każdym punkcie kontroluje się przebieg izolinii, nachylenie pokładu i zrzut uskoku, aż efekt będzie zadawalający. Na rys. 1 przedstawiono wprowadzenie uskoki i fałdów do pokładu.

Kontrola danych obejmuje wykonanie takich czynności jak: usunięcie powtarzających się obiektów, wyszukanie grubych błędów, wyfiltrowanie danych w zadanym zakresie.

4. Wpływ generalizacji danych geometrycznych na dokładność prognoz deformacji terenu

Programy do obliczeń prognostycznych wymagają danych o parcelach eksploatacyjnych zapisanych w formie pliku tekstowego. Procedury zawarte w systemie Geolisp umożliwiają import, utworzenie i edycję tego pliku bezpośrednio na mapie numerycznej. Jednak prowadzone obecnie badania wskazują, że wyniki obliczeń uzyskanych na podstawie danych z modelu złoza mogą różnić się o kilkanaście, a w skrajnych przypadkach nawet o kilkadziesiąt procent od tych opracowanych



Rys. 1. Wprowadzenie uskoków i fałdów do pokładu (źródło: opracowanie własne)
Fig. 1. The introduction of faults and folds to the seam (source: own elaboration)

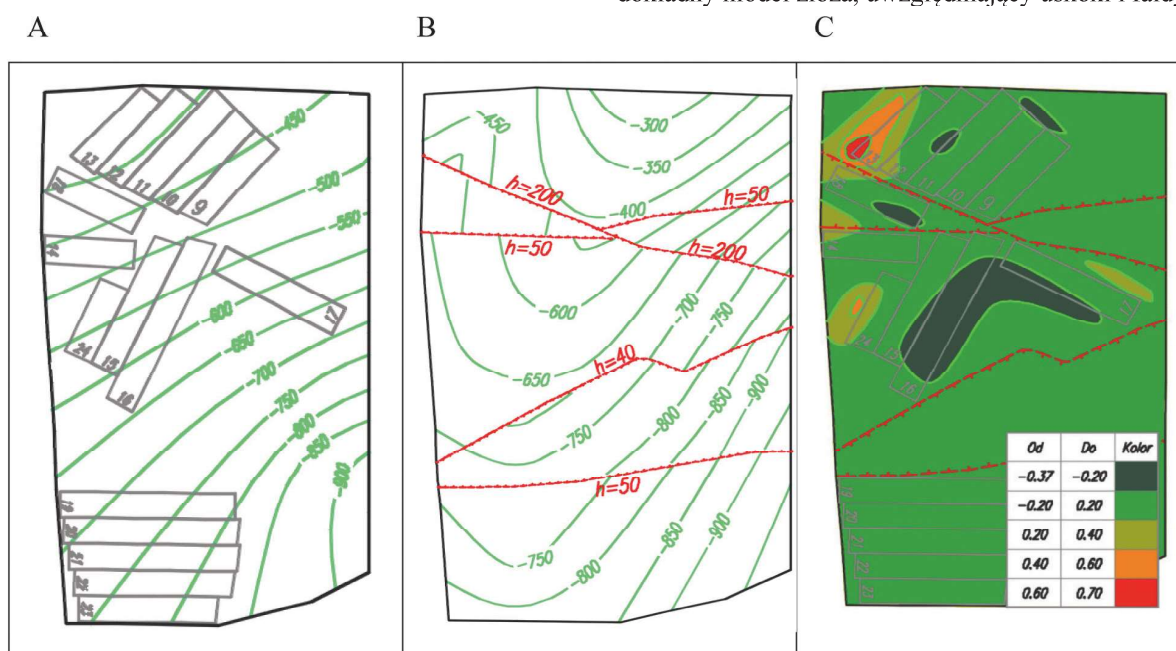
ręcznie. Często niewielka różnica w obliczeniach powoduje dużą zmianę przebiegu granicy kategorii odkształceń i część budowli zakwalifikowana zostaje do błędnej kategorii.

Zalecanym algorytmem utworzenia danych o eksploatacji jest:

- Utworzenie geometrycznego modelu złoża, uwzględniającego uskoki i inne zaburzenia.
- Wykonanie topologii ścian, żeby uniknąć błędów np. nachodzenia na siebie sąsiednich obiektów.
- Zrzutowanie parcel na spąg pokładu, ściany powinny mieć dużo wierzchołków, żeby odległość parceli od złoża w dowolnym punkcie była jak najmniejsza.
- Pobranie pozostałych danych (miąższości, daty rozruchu i zakończenia, ew. dat pośrednich) z mapy numerycznej, arkusza kalkulacyjnego lub innej bazy danych.

W ramach prowadzonych obecnie prac autorzy badają jaki wpływ na dokładność prognoz ma wprowadzenie m.in. uskoków, fałdów i innych zaburzeń do numerycznego modelu złoża. Oczywiście, im dokładniej przedstawimy złożo, tym lepiej, lecz te prace są bardzo czasochłonne i potrzebne są ogólne zalecenia, które pozwolą określić w jakim przypadku konieczne jest wprowadzenie do modelu uskoku w celu uzyskania założonej dokładności. Dodatkowo oceniany jest wpływ innych czynników np. liczby punktów, którymi definiowana jest parcela, ilość wybiegów oraz sposób zdefiniowania parceli w przestrzeni: przez podanie współrzędnych, czy przez podanie głębokości i upadu.

Na rysunku 2 przedstawiono 16 ścian w przykładowym pokładzie. Rysunek 2A prezentuje model uproszczony, który nie uwzględnia uskoków i fałdów, natomiast rysunek 2B – dokładny model złoża, uwzględniający uskoki i fałdy.



Rys. 2. Model złoża; A - uproszczony, B - dokładny, C - różnice w obliczeniach (źródło: opracowanie własne)
Fig. 2. Deposit model; A - simplified, B - precise, C - differences in calculations (source: own elaboration)

Dla obu modeli złoża przedstawionych na rys. 2A i 2B zostały obliczone prognozowane obniżenia i odkształcenia terenu. Maksymalne osiadanie wyniosło 2,8 m, maksymalne odkształcenie 6,8‰. Na rys. 2C przedstawiono różnicę między obliczeniami opartymi o model złoża uwzględniającymi uskoki i fałdy a obliczeniami ich nieuwzględniającymi. Średnia różnica między obliczeniami wynosi zero, ale widać, że są miejsca, w których różnica w obliczeniach sięga 0,7 m, co w tym przypadku oznacza błąd rzędu 25%. Niewątpliwie ma znaczenie, który model złoża wykorzystamy do obliczeń, główne uskoki i fałdy powinny być uwzględniane. Prawdopodobnie, choć wymaga to dalszych badań, uskoki o zrzucie poniżej 50 m takiego wpływu już nie mają i ich wprowadzenie nie jest niezbędne.

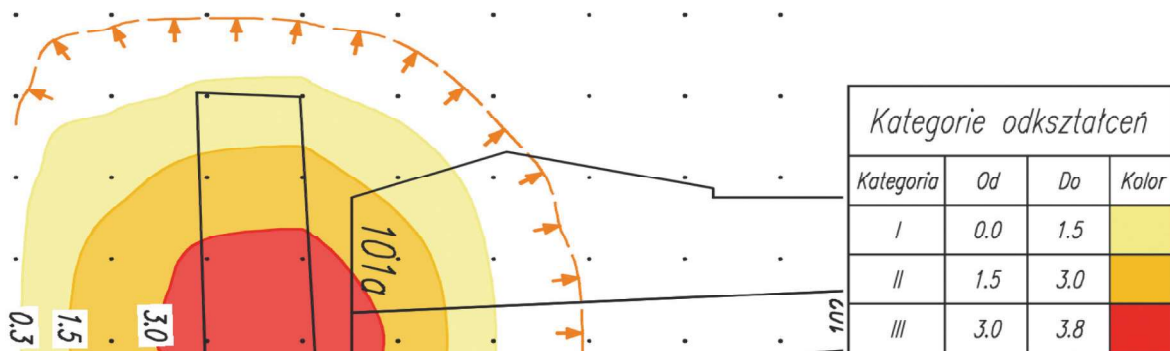
5. Dwustronna komunikacja między systemem Geolisp a EDN-OPN

System Geolisp zawiera pakiet procedur umożliwiających dwukierunkową komunikację z programami liczącymi deformacje terenu górnictwa autorstwa Jana Białka. Najważniejsze możliwości systemu wymieniono poniżej:

- Czytanie pliku parcel–polecenie *cPrc* wczytuje do AutoCAD-a parcele w formacie EDN-OPN, tworzy zamknięte polilinie, każdy pokład umieszcza na osobnej warstwie. Dodatkowe informacje takie jak nazwa ściany czy data rozruchu są dołączone w postaci danych dodatkowych polilinii.
- Edycja parametrów parceli–polilinie wczytane do rysunku poleceniem *cPrc* lub utworzone standardowymi narzędziami AutoCAD-a możemy edytować poleceniem *ePrc*; zarówno ich geometrię jak i dane dodatkowe.
- Polecenie *nPrc* tworzy parcelę na podstawie mapy numerycznej, rzędną wysokościową pobiera z numerycznego modelu złoża, wysokość parceli z bloków miąższości, rodzaj kierowania stropem na podstawie zastosowanej szrafury itd.
- Zapis parcel z mapy numerycznej do pliku w formacie EDN-OPN możliwy jest przy pomocy polecenia *wPrc*. Z rysunku odczytywane są te polilinie, które były wczytane programem *cPrc* (czytaj parcele), utworzone *nPrc* (nowa parcela) lub edytowane programem *ePrc* (edytuj parcele).
- Wczytanie izolunii deformacji. Podczas tworzenia dowolnej mapy deformacji programem EDBJ2mapa, w folderze EDN/Pro/Robocze/, automatycznie zapisuje się plik: mapa_robocza.plt. Zawiera on treść wyświetlaną w oknie programu, np. izolunii obniżenia. Może również zawierać granice, parcele itp. Polecenie *Czyt-Plt* w AutoCAD-zie tworzy wektorowy obraz izolunii, nie dodaje żadnych

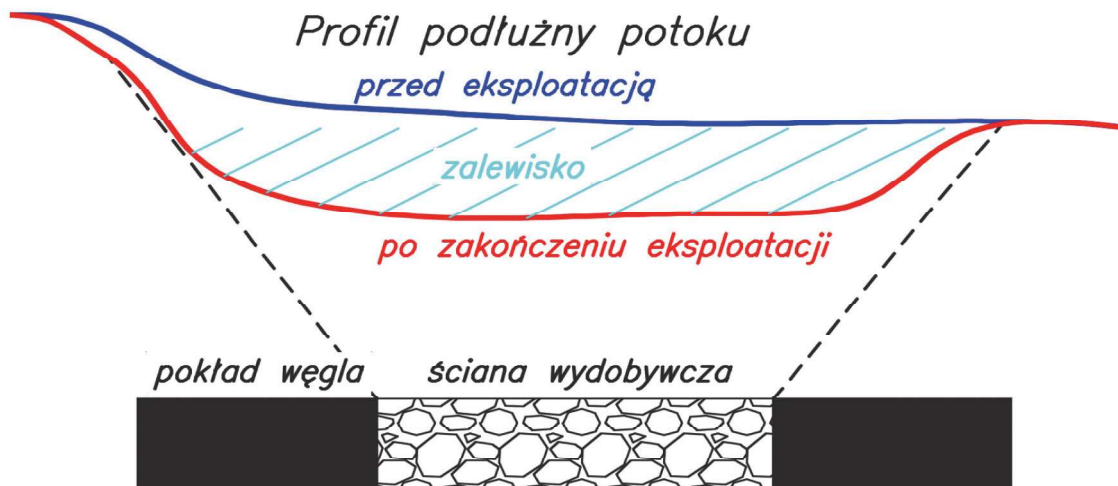
danych dodatkowych– jeżeli zależy nam na dalszych obliczeniach to należy skorzystać z polecenia *Czyt-Grd*.

- Tworzenie powierzchni TIN deformacji. Program *Czyt-Grd* czyta plik w formacie grd programu Surfer (www.goldensoftware.com). Taki plik powstaje automatycznie w folderze EDN/Pro/Robocze/ podczas liczenia dowolnej mapy deformacji w programie EDBJ2licz. W tym programie można ustawić rozmiar siatki – im mniejsza siatka, tym obliczenia nieco dokładniejsze, ale opisane programy będą działać wolniej. Program *Czyt-Grd* wczytuje punkty na warstwę pomiar, gdzie jako Z podstawiana jest wartość prognozowanego wskaźnika deformacji, np. odkształcenia. Polecenie *Czyt-Grd* tworzy powierzchnię TIN, która następnie może być dowolnie wizualizowana poleceniem *OP*. A co najważniejsze, możemy dokonywać na niej obliczeń, np. utworzyć prognozowaną mapę powierzchni terenu poprzez dodanie obniżeń do aktualnej powierzchni. Fragment mapy kategorii obniżeń utworzonej poleceniem *Czyt-Grd* przedstawiono na rys. 3.
- Raport parcel– polecenie *rPrc* podaje w okienku dialogowym informacje o wskazanych parcelach takie jak: tonaż, nazwy ścian, średnia miąższość. Zapisuje do pliku w formacie csv i otwiera np. w programie MS Excel.
- Tworzenie brył z parcel eksploatacyjnych – polecenie *bPrc* zamienia polilinie na bryły, co jest bardziej czytelne w widoku przestrzennym.
- Raport eksploatacji w formacie Gantta –polecenie *Prc-2Gantta* zapewnia dwustronną komunikację z wykresem Gantta utworzonym w dziale przygotowania produkcji. Rysuje taki wykres na podstawie parcel znajdujących się na mapie numerycznej lub odczytuje zmienione parametry ścian do rysunku i dalej do programu EDN-OPN.
- Wstawienie danych z pliku na mapę. Często otrzymujemy z działu przygotowania produkcji dane w formacie MS Excel zawierające nazwę ściany, datę rozruchu, wysokość itp. Jeżeli na mapie mamy zamknięte polilinie zawierające numer ściany to polecenie *tpCdh* lub *ePrcPlik* zaimportuje te dane do właściwej parceli.
- Kontrola topologii parcel– polecenie *Topo* sprawdza, czy parcele są zamkniętymi poliliniami, czy na siebie nie nachodzą, czy wszystkie mają nazwę.
- Polecenie *PrcDrz* czyta plik w formacie prof. B. Drzęźli (w celu przekonwertowania ich do formatu EDN-OPN prof. J. Białka).
- Program *Granica* zapisuje obiekty z rysunku do pliku Granica w formacie EDN-OPN.
- Polecenie *opRzut* pozwala na dodanie do obiektów 2D lub 3D wartości pobranych z powierzchni TIN. Na przykład polilinię 2D przedstawiającą przebieg potoku możemy



Rys. 3. Fragment mapy kategorii obniżeń utworzonej poleceniem *Czyt-Grd* (źródło: opracowanie własne)

Fig. 3. A fragment of the depression category map created by the *Czyt-Grd* command (source: own elaboration)



Rys. 4. Wpływ eksploatacji na profil potoku (źródło: opracowanie własne)
 Fig. 4. The impact of exploitation on the stream profile (source: own elaboration)

zrzutować na powierzchnię terenu, a następnie dodać do niej powierzchnię obniżen. Otrzymane w ten sposób dwie niwelety możemy przedstawić przy pomocy polecenia *Wykres*, co pokazano na rys.4. Podobnie jak dla linii potoku możemy dodać obniżenia do warstwic i kot wysokościowych, co spowoduje utworzenie prognozowanej mapy wysokościowej. Zakres zalewiska na mapie obrazuje warstwa o rzędnej równej wysokości punktu przełomu na wykresie. Można ją utworzyć przy pomocy polecenia *OpWar*, w polu „skok izolinii użytkownika” wpisujemy żadaną wartość.

- Wyszukiwanie parcel o zadanych parametrach. Programy zawarte w pakiecie Geolisp wszystkie informacje dodają do wewnętrznych tabel AutoCAD-a Map, co pozwala na wyszukiwanie i kolorowanie parcel o określonych parametrach przy pomocy polecenia *Adequery*.
- Kolorowanie budynków o przekroczonej kategorii odporności. Geolisp zawiera szereg poleceń dotyczących budynków: *Katbud* – nadanie adresu i innych atrybutów; *KatbudWs* i *Kat2Bud* – automatyczne nadanie prognozowanej kategorii odkształceń obiektom z uwzględnieniem ich daty budowy; *katBudWs* – kolorowanie i tworzenie raportów; *kbImport* – pobranie danych np. z programu MS Excel i wiele innych. Fragment raportu polecenia *KatBudWs* przedstawiono na rys. 5. Do uzupełnienia danych przestrzennych i opisowych o budynkach można skorzystać z otwartego oprogramowania np. Quantum GIS. Jest to korzystne, bo nie zawsze wszyscy pracownicy mają i potrafią korzystać z oprogramowania CAD ([Sokoła i in. 2017 b](#)).

- Poleceniem *OpSr* możemy zaktualizować miąższość parcel na podstawie powierzchni TIN.
- Obsługa punktów obliczeniowych w formacie EDN-OPN: istnieje możliwość odczytu, zapisu i edycji punktów obliczeniowych (polecenia *cPktPrc*, *wPktPrc*). Można automatycznie wstawić nowe punkty np. w wierzchołkach wskazanych polilinii – polecenie *NrPkt*. Wygodnie jest wstawić punkty obliczeniowe poleceniem *WP* z włączoną autonumeracją. Aby wczytać wyniki punktowych obliczeń do rysunku należy skorzystać z polecenia *CpktWyn*. Program czyta wyniki obliczeń punktów lub budynków zapisanych poleceniem *wPktPrc* i obliczonych programem EDBJ1a – prognoza w formie tabeli 2. W zależności od wybranej opcji do rysunku wstawione zostaną punkty (na warstwę pomiar) lub polilinia 3D, na podstawie której można następnie wykonać wykres.
- Odczyt, edycja i zapis do pliku zawierającego informacje o nadkładzie jest możliwy przy pomocy poleceń *cPkt*, *mpdd* i *wNadklad*.
- Polecenie *OblDatKonca* pokazuje i liczy końcowy wybieg i datę parceli. Jeżeli w parceli ostatni wybieg jest krótszy od całkowitego wybiegu ściany, to program policzy datę zakończenia i podmieni ją w danych dodatkowych parceli.

6. Podsumowanie i wnioski

W artykule pokazano, na przykładzie powszechnie stosowanych w polskim górnictwie węgla kamiennego programów Geolisp i EDN-OPN, możliwości wykorzystania

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	Raport wszystkich budynków (tylko posiadające kategorię odporności)											
2	ID	Miasto	Nazwa ulic	Nr domu	Właściciel	Rodzaj obiektu	Kubatura	Kondygnac	Rok budow	Kat.odpori	Kat. tereni	Kat.dyn
3	3	Brzeszcze	Śląska	98	Gill Edward	garaż	311	1.5	1999	4	0	III
4	4	Brzeszcze	Śląska	90	Konwicka Marzena	mieszkalny	732	2	1964	4	0	III
5	1	Brzeszcze	Śląska	94	Polak Wanda	mieszkalny	576	2	1970	4	0	III
6	5	Brzeszcze	Śląska	96	Piłka Bożydar	mieszkalny	682	2	1993	4	0	III
7	6	Brzeszcze	Śląska	100	Kot Wiesława	mieszkalny	990	2.5	1979	4	0	III
8	8	Brzeszcze	Śląska	102	Jasek Janusz	mieszkalny	1173	3	1969	3	0	III
9	7	Brzeszcze	Śląska	104	Zawada Paweł	mieszkalny	887	2	1964	4	0	III
10	9	Brzeszcze	Śląska	104	Wcisek Joanna	gospodarczy	424	1	1964	4	0	III

Rys. 5. Fragment raportu utworzonego poleceniem *KatBudWs* (źródło: opracowanie własne)
 Fig. 5. A fragment of the report created by the *KatBudWs* command (source: own elaboration)

nowoczesnych technologii informatycznych, do wykonania obliczeń prognostycznych deformacji terenu górniczego, na którym planowana jest eksploatacja. Przybliżono zagadnienie tworzenia i edycji numerycznego modelu złoża, czyli zestawu powierzchni TIN, opartych na punktach posiadających współrzędne płaskie XY i liczbowy parametr Z obrazujący poszczególne cechy pokładu węgla.

Wskazano, iż jedną z korzyści wynikającą z posiadania numerycznego modelu przestrzennego złoża jest automatyczne pobieranie z niego danych, na podstawie których tworzone są parcele eksploatacyjne. Taki sposób ich tworzenia pozwala na wyeliminowanie błędów generalizacji danych geometrycznych i błędów grubych, które to zazwyczaj powstają podczas ręcznego uzupełniania bazy danych programu obliczeniowego. Ma to szczególne znaczenie w przypadku, gdy przebieg złoża zaburzają występujące w nim fałdy i uskoki.

Katedra Eksploatacji Złóż Politechniki Śląskiej w Gliwicach prowadzi obecnie badania, które mają na celu sprawdzić, jak sposób przygotowania danych źródłowych o eksploatacji wpływa na wynik obliczeń prognostycznych. W niniejszym artykule przedstawiono wyniki obliczeń prognostycznych 16 ścian z planowanej na lata 2022 - 2083 eksploatacji w jednej z kopalń w rejonie GZW. Obliczenia zostały wykonane wielokrotnie np. raz dla modelu złoża utworzonego wyłącznie na podstawie danych z otworów geologicznych i drugi raz – dla modelu, w którym obok otworów uwzględniono uskoki i fałdy. Dla analizowanego obszaru średnia różnica między obliczeniami prognozowanych odkształceń i obniżen terenu wyniosła zero. Jednak w niektórych miejscach wyniki obliczeń różniły się znacznie i różnica dochodziła do 0,7 m (błąd rzędu 25%). Wynika z tego, że to, który model zostanie wykorzystany do obliczeń ma realny wpływ na końcowy rezultat prac. W przypadku wykonywania obliczeń z wykorzystaniem modelu uwzględniającego zaburzenia terenu pojawia się kolejny problem - które uskoki i fałdy należy uwzględnić w tworzonym modelu, a które można pominąć. Z dotychczasowych badań wynika, że uskoki, których zrzut nie przekracza 50 m nie zmieniają znacząco wyników obliczeń, choć zagadnienie to wymaga dalszych badań.

Opisywane badania naukowe, obecnie prowadzone przez autorów, finansowane są przez Politechnikę Śląską w ramach pracy nr 06/050/BK_18/00.

Literatura

- BIAŁEK J. 2003 - Algorytmy i programy komputerowe do prognozowania deformacji terenu górniczego. Wydawnictwo Politechniki Śląskiej, Gliwice.
- BIEGUN D., KRAWCZYK A. 2016 - Methods of use two-dimensional CAD application environment of mining digital maps to generate three-dimensional modeling of the geological surface layer. *Geoinformatica Polonica*, Vol. 15 (2016), s. 47-55. DOI 10.4467/21995923GP.16.006.5482
- BŁASZCZAK-BAK W., PONIEWIERA M., SOBIERAJ - ŻŁOBIŃSKA A., KOWALIK M., 2018 - Reduction of measurement data before DTM generation vs. DTM generalization. *Survey Review*. Published online: 26 Jun 2018. DOI:10.1080/00396265.2018.1474685.
- JELONEK I., PONIEWIERA M., GAŚSIOR B. 2015 - The qualitative model of the deposit on the example of the Kompania Węglowa S.A. Part I: Stages in the development of the digital model the deposit. Potsdam, Germany. *Schriftenreihe der Deutschen Gesellschaft für Geowissenschaften Heft 87*, 91.
- PONIEWIERA M., KLEMENS J. 2010 - Wykorzystanie najnowszych technologii informatycznych do wsparcia procesów mierniczo-geologicznych w Kompani Węglowej S.A. „Przeгляд Górnicy” nr 10, s. 3-10.
- PONIEWIERA M., TCHÓRZEWSKI S. 2012 - Wykorzystanie Numerycznego Modelu Złoża do zarządzania wielkością i jakością produkcji węgla, „Przeгляд Górnicy” nr 8, s. 218-224.
- PONIEWIERA M. 2013 - Model terenu górniczego. „Przeгляд Górnicy”. nr 8, 176-179.
- PONIEWIERA M. 2017 - Zastosowanie oprogramowania Geolisp do budowy dynamicznego systemu informacji o przestrzeni górniczej. *Syst. Wspomag. Inż. Prod.* vol. 6 iss. 3, 213-222.
- SOKOŁA-SZEWIOŁA V., PONIEWIERA M., ZYGMUNIAK A. 2017a - Transformacja współrzędnych z układów stosowanych w kopalniach węgla kamiennego do układu państwowego na przykładzie PG „Silesia”. *Journal of Civil Engineering, Environment and Architecture, JCEEA*, t. XXXIV, z. 64 (4/II/17), s. 27-38, DOI:10.7862/rb.2017.227
- SOKOŁA-SZEWIOŁA V., PONIEWIERA M., STANIEK I. 2017b - Opracowanie bazy danych o obiektach budowlanych posadowionych na terenie górniczym z wykorzystaniem wolnego oprogramowania. „Przeгляд Górnicy” s. 47-54.
- SOKOŁA-SZEWIOŁA V., PONIEWIERA M. 2017 - Selected possibilities of the GIS data import in programs AutoCAD Civil 3D and Geolisp. *Geoinformatica Polonica*, Vol. 16 (2017), s. 69-76.
- www.geolisp.pl. 2018 - strona zawierająca opis i wersję demonstracyjną oprogramowania: „System Obsługi Kopalnianych Map Numerycznych Geolisp”.
- www.goldensoftware.com/products/surfer. 2018 – strona zawierająca opis oprogramowania Surfer firmy Golden Software Inc.

Artykuł wpłynął do redakcji – październik 2018
Artykuł akceptowano do druku 17.01.2019



LUBELSKI WĘGIEL
„BOGDANKA”
SPÓŁKA AKCYJNA

KOPALNIA
INTELIWENTNYCH
ROZWIĄZAŃ

jesteśmy notowani w indeksach:
mWIG40, WIG-GÓRNICZTWO, InvestorMS oraz Respect Index

www.lw.com.pl