

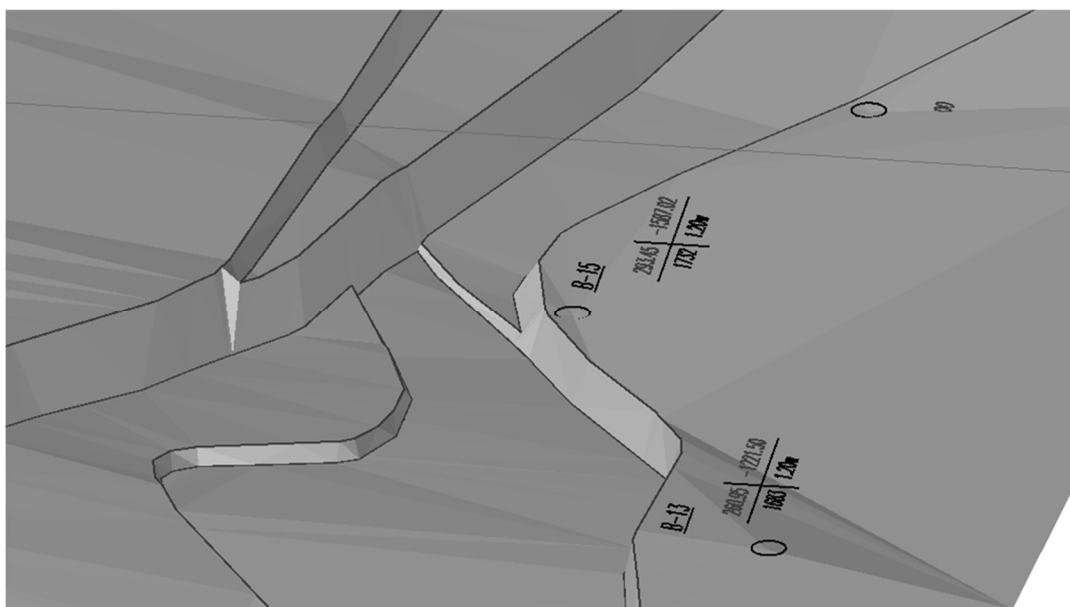
19

ZASTOSOWANIE OPROGRAMOWANIA GEOLISP DO BUDOWY DYNAMICZNEGO SYSTEMU INFORMACJI O PRZESTRZENI GÓRNICZEJ

19.1 WSTĘP

Aplikacja GeoLisp służy do tworzenia map numerycznych. Pierwsze procedury powstały na kopalni Katowice w 1993r. Cały czas są rozwijane i obecnie zdecydowana większość kopalń węgla kamiennego stosuje zawarte w tym oprogramowaniu technologie. Niemal od początku przyjęto założenie, że mapę numeryczną stanowi baza danych z oprogramowaniem pozwalającym na wykonywanie analiz i dokumentacji technicznej.

Umożliwiono budowę numerycznego modelu złoża, istnieją procedury wprowadzające uskoki (rys. 19.1), kontrolujące korelację pokładów w otworach wiertniczych, sporządzające przekrój przez górotwór, interpolujące i opisujące izoliny, ekstrapolujące powierzchnię TIN do granicy obszaru itp.



Rys. 19.1 Wprowadzenie uskoków do powierzchni spągu pokładu

W bazie danych przechowywane są zarówno współrzędne przestrzenne XYZ jak i czas wprowadzenia danych, co umożliwi wygenerowanie dokumentacji na wybrany moment w przeszłości. Wbudowane algorytmy pozwalają na dynamiczną korektę bazy danych, a tym samym poprawienie map, raportów i modelu złoża z uwagi na wpływ dokonanej lub projektowanej eksploatacji, nowe czy zmienione dane. Zapewniona jest dwukierunkowa łączność z programami prognozującymi deformacje górotworu autorstwa prof. J. Białka, programami wyrównującymi osnowę autorstwa prof. R. Kadaja i wieloma innymi.

Za pomocą tych programów możemy utworzyć mapę górniczą i wykonać na niej dowolne analizy np. automatyczne nadać parceli takie atrybuty jak np.: miąższość, zasiarczenie, tonaż. Możliwe jest sporządzenie wykresu spągu chodnika, miąższości ściany, wymiarowanie parceli.

Opracowano współczynniki transformacji współrzędnych dla większości kopalń co jest pomocne przy projektowaniu przebitki i ocenie wpływu eksploatacji na powierzchnię terenu.

19.2 SYSTEM OBSŁUGI KOPALNIANYCH MAP GÓRNICZYCH Geolisp

Geolisp stanowi nakładkę na oprogramowanie CAD, które potrafi czytać język LISP, takie jak AutoCAD, BricsCAD, GstarCAD, ZwCAD i inne. Sam kod źródłowy liczy 2000 stron, dodatkowo 1000 okienek dialogowych, parę tysięcy stron samouczków, kilkaset plików z przykładami, 2000 znaków umownych, ponad tysiąc różnych plików pomocniczych. Oprogramowanie jest podzielone na szereg modułów, które sporządzają mapy, obliczenia, raporty, wykresy w poszczególnych dziedzinach techniki. Kilka przykładowych podprogramów w danym module podano poniżej.

- Geodezja Górnicza – wymiana danych z oprogramowaniem obliczeń geodezyjnych Geonet, wykres spągu wyrobiska, wymiarowanie i prostoliniowość ściany, transformacja współrzędnych.
- Geologia – modelowanie złoża, zarządzanie bazą otworów wiertniczych, wykres miąższości ściany, automatyczne tworzenie i rozliczanie parcel.
- Kopalnie Odkrywkowe – obliczanie objętości zwałowisk.
- Urbanistyka – sporządzanie planów zagospodarowania przestrzennego.
- Geodezja Powierzchniowa – wymiana danych z oprogramowaniem stosowanym w Ośrodkach Dokumentacji Geodezyjnej i Kartograficznej.
- Hydrogeologia – wyznaczanie zasięgu zalewiska, projektowanie dna cieków bezpośrednio na wykresie.
- Kolej – przedstawianie rozjazdów, przechylek i wichrowatości szyn.
- Wentylacja – sporządzanie map izolinii temperatury i metanonośności skał.
- Przygotowanie produkcji – generowanie wykresu Gantta (rys. 19.2), obliczanie tonażu, zasiarczenia wybranych ścian, projektowanie wyrobiska przecinającego się z pokładem pod zadaniem kątem.

| Ściana (nr) | 2020 | | | | | | | | | | | | 2021 | | | | | | | | |
|----------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|------|-----|-----|----|----|----|----|----|---|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 1_401 | | | | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | 112 | | | | | | |
| 2_401 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | 133 | | | | | | | | | | | |
| 3_401 | | | | | | | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | 94 | | | | | |
| 1_402/1 | | | | | | | | | | | | | | | 92 | 92 | 92 | 92 | | | |
| 2_402/1 | | | | | | | | | | | | | | | | 76 | 76 | 76 | 76 | 76 | |
| 3_402/1 | | | | | | | | | | | | | 49 | 49 | | | | | | | |

Rys. 19.2 Wygenerowanie wykresu Gantta na podstawie numerycznego modelu złoźa

- Uzbrojenie techniczne – komunikacja z bazą danych zawierająca dane graficzne i opisowe o infrastrukturze.
- Deformacje terenu górniczego – tworzenie plików wejściowych w formacie EDBJ na podstawie mapy numerycznej, wizualizacja obliczeń prognostycznych.

19.3 ZNAKI UMOWNE

Opracowano tysiące znaków z zakresu geodezji, geologii, kolei, wentylacji, urbanistyki itd. w pełni zgodnych z odpowiednimi przepisami [6]. Podzielono je na punktowe, liniowe i powierzchniowe. Napisy są powiązane ze znakiem, który opisują. Każdy znak ma też niegraficzne informacje np. kto i kiedy ten znak wprowadził. Umożliwia to uzyskanie mapy na dowolną datę w przeszłości. Dodatkowe dane odnośnie pokładu czy poziomu pozwalają na łatwe filtrowanie danych. Elementy uzbrojenia technicznego terenu mają takie niegraficzne informacje jak średnica, materiał, stan techniczny, zarządca. Znaki można przechowywać w zewnętrznej, relacyjnej bazie danych.

Zachęcam wszystkich do zgłaszania własnych uwag do polskich norm na adres wpnsekr@pkn.pl. Ostatnio wykonano normy „Umowne znaki wentylacyjne” i „Umowne znaki geologiczne różne”. Aktualnie opracowywana jest norma „Umowne znaki podziemnych urządzeń transportowych, maszyn przodkowych oraz urządzeń energetycznych”. W wymienionych normach dodano punkty odnośnie stosowania znaków w systemach numerycznych, wymiany symboli między różnymi systemami informatycznymi, podano przykłady rozwarstwienia tematycznego i dodano załącznik zawierający znaki w postaci plików graficznych w formacie dxf.

Geolisp jest najczęściej używanym programem górniczych map numerycznych w Polsce, ale oczywiście nie jedynym [2, 4, 9].

19.4 KALIBRACJA I WEKTORYZACJA MAP

Zwykle pierwszym krokiem w budowaniu bazy danych o eksploatacji jest skanowanie istniejących map papierowych. Kalibracja jest czynnością usuwającą błędy skanowania i skurczu papieru. Geolisp posiada program kalibracji (oparty na algorytmach prof. R. Kadaja) umożliwiający bardzo precyzyjne nadanie współrzędnych pikselom rastra. Do dodatkowych opcji należy możliwość konwersji koloru, rozdzielczości i formatu rastra. Program znajduje i pomaga poprawić punkty

o największej odchyłce. Podpowiada dobór właściwego stopnia wielomianu transformującego, nadaje georeferencje.

Następnym krokiem jest wektoryzacja, czyli przerysowanie papierowej mapy do komputera. Za pomocą omawianych programów możemy utworzyć dowolną mapę górniczą w stosunkowo prosty sposób (rys. 19.3).



Rys. 19.3 Geolisp umożliwia wektoryzację wszelkich map górniczych

Wiele powtarzalnych czynności jest zautomatyzowanych np. wstawiana tama sama obraca się i dopasowuje do wyrobiska, kwartał ściany pobiera datę z linii postępu miesięcznego, w wyrobisku wystarczy wskazać początek i koniec zawału czy skały ociosu aby zostało narysowane odpowiednie podkolorowanie. Wszystkie polecenia można wywołać przy pomocy klawiatury, ikonek, wstążki poleceń i menu górnego.

19.5 TRANSFORMACJA WSPÓŁRZĘDNYCH

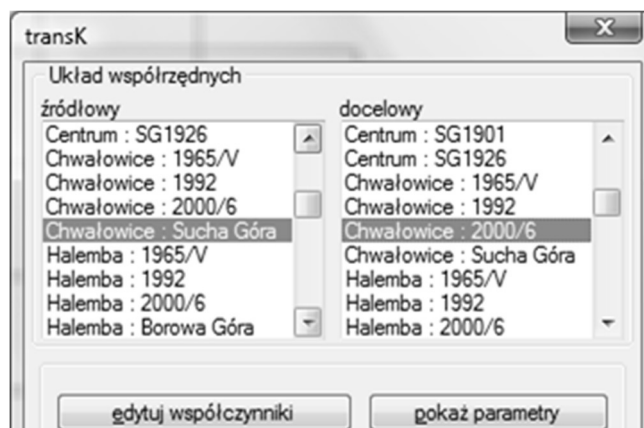
Każda kopalnia ma swój własny lokalny układ współrzędnych np. Sucha Góra, ale przeważnie nie pokrywa się on idealnie z teoretycznymi założeniami dotyczącymi danego układu. Czasami te różnice są wielometrowe, o czym trzeba pamiętać przy planowaniu przebitki czy ocenie wpływu eksploatacji na powierzchnię terenu. Również państwowy układ 1965 nie został zrealizowany poprawnie co powoduje, że przy przejściu na obecnie obowiązujący układ 2000 do teoretycznych wzorów powinniśmy wprowadzać pewne empiryczne poprawki.

System Geolisp zawiera współczynniki transformacji dla najczęściej używanych układów współrzędnych (2000, 1992, 1965, Sucha Góra, Borowa Góra, ROW, JTSK i inne, rys. 19.4).

Opracowano dwa zestawy współczynników:

- dla transformacji konforemnej, mniej dokładnej (błąd ok. 3cm), ale lepszej przy przekształcaniu całych map (zachowuje wzajemne relacje między elementami)
- dla transformacji wielomianowej dla obliczenia osnowy, punktów granicznych itp.

Dodatkowo program potrafi wygenerować na mapie godła i siatkę krzyżyków dla wybranych układów.



Rys. 19.4 Okno dialogowe programu transformującego mapy numeryczne

Pewnym własnym wkładem autora jest zastosowanie metody niezależnych modeli do transformacji i kalibracji dużej ilości map. Algorytm polega na odpowiednim ułożeniu równań poprawek dla punktów wiążących.

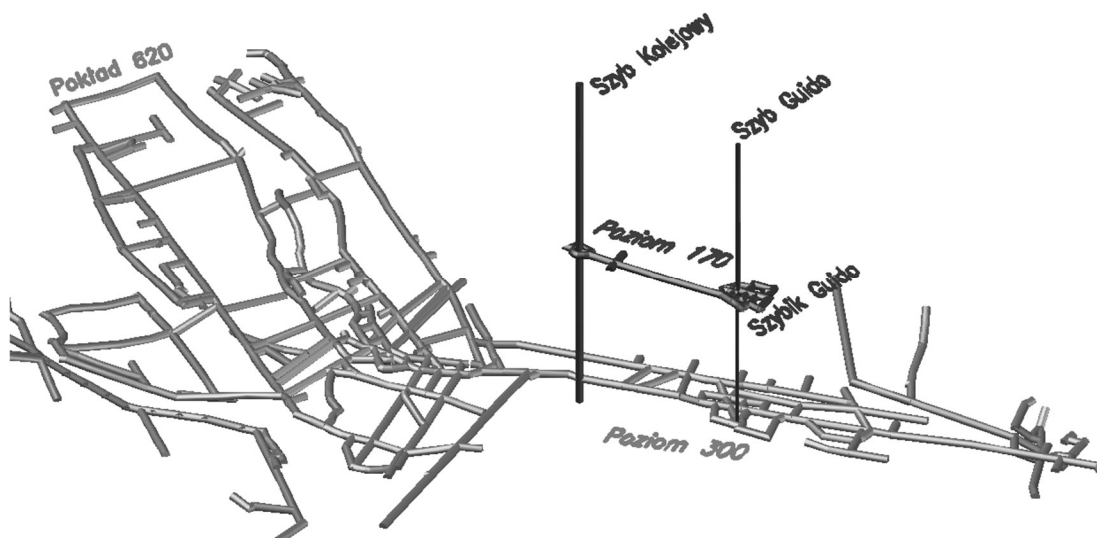
19.6 MAPY POCHODNE

Program Geolisp tworzy mapy pochodne o dowolnych skalach i treściach na podstawie map podstawowych; automatycznie dostosowuje wygląd znaków umownych; pomaga zgeneralizować lub uwypuklić potrzebną treść [8]. Możliwe są następujące drogi utworzenia mapy tematycznej:

- Wszystkie obiekty znajdują się w jednym rysunku np. na różnych warstwach. Wadą tego rozwiązania jest duży rozmiar i skomplikowana struktura pliku.
- Każda mapa w osobnym pliku. Wykonano algorytm wykrywający zmienione obiekty w jednym rysunku i kopiujący je do innego, po drodze dokonywana jest zmiana skali.
- Utworzona jest baza danych, składająca się z szeregu plików dwg. W praktyce za każdym razem otwieramy pusty rysunek i ściągamy potrzebne dane, zmiany zapisywane są do rysunków źródłowych. Zaletą takiego rozwiązania jest możliwość pracy wielu osób na tym samym zastawie obiektów.

19.7 MODEL PRZESTRZENNY WYROBISK GÓRNICZYCH

Na podstawie znajdujących się na mapie płaskiej ociosów, osi wyrobisk i kot wysokościowych program automatycznie tworzy bryły [7]. Model taki stanowi dobrą kontrolę rzędnej wysokościowej, pozwala na obliczenie długości wyrobisk, pomaga w prezentowaniu przebitek, może służyć do okazania górnikom drogi ucieczkowej itd. (rys. 19.5).



Rys. 19.5 Model przestrzenny wyrobisk górniczych

19.8 NUMERYCZNY MODEL ZŁOŻA

Spąg pokładu możemy przedstawić w postaci siatki trójkątów o wierzchołkach w otworach geologicznych, kotach wysokościowych i uskokach [3]. W analogiczny sposób tworzymy powierzchnię trójkątów miąższości, gęstości, zasiarczenia, przewidywanego opadu stropu itp.

Taką powierzchnię możemy zwizualizować przy pomocy izolinii lub mapy hipsometrycznej, obliczyć objętość, tonaż. AutoCAD Civil umożliwia ekstrapolację danych przy pomocy analizy geostatystycznej wieloma metodami np. kriging z modelem semiwariogramu Gaussa.

W jednym rysunku może być wiele powierzchni umieszczonych na różnych warstwach. Możliwe jest wykonanie przekroju przez górotwór między dowolnymi punktami.

Jeżeli mamy narysowaną dowolną zamkniętą polilinię np. parcelę geologiczną lub ścianę eksploatacyjną to program, na podstawie numerycznego modelu złoża, obliczy dla niej średnie parametry: tonaż, miąższość węgla i kamienia, zapopielenie itp. (rys. 19.6). Program tworzy topologię parcel: kontroluje czy polilinie na siebie nie nachodzą i nie ma między nimi przerw.

Linie 2D odwzorowujące wyrobiska korytarzowe możemy rzutować na powierzchnię spągu, nadać im w ten sposób rzędną wysokościową. Obliczymy tym samym sumę ich rzeczywistych długości oraz nachylenie.

Trwają obecnie prace nad opracowaniem procedur synchronizujących produkcję, możliwości transportowe, przeróbcze i sprzedażowe np. przy przejściu przez uskok można prognozować, że wydobyte obniży się a ilość kamienia wzrośnie.

Można będzie ocenić przewidywaną jakość węgla zarówno dla pojedynczej ściany jak i dla całej kopalni czy spółki z rozbiciem na poszczególne miesiące czy lata.

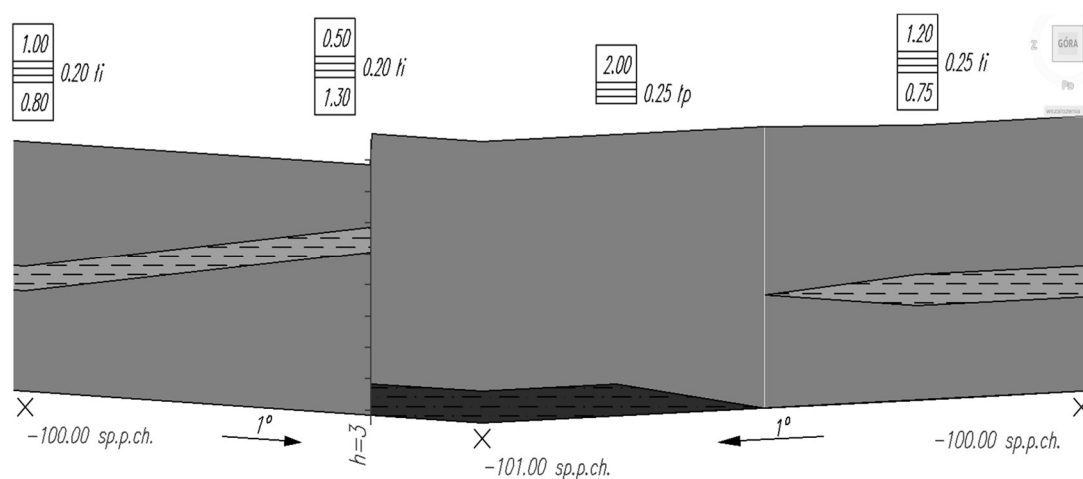


Rys. 19.6 Fragment mapy górniczej z zaznaczonymi parcelami pokazującymi średnią miąższość złoźa

19.9 PROGRAMY POMOCNICZE

W skład systemu wchodzi wiele programów automatyzujących najczęściej wykonywane prace [5]. Jednym z modułów jest tworzenie wykresów, raportów i obliczeń można tu wymienić:

- Wykres na podstawie pliku tekstowego np. profil cieku.
- Wykres na podstawie wskazanego obiektu na mapie. Kład wyrobiska na mapę.
- Wykres pionowy, prostoliniowość osi komina lub szybu.
- Obliczenie objętości przekrojami poprzecznymi.
- Wymiarowanie polilinii 2D lub 3D np. ciągu poligonowego.
- Wymiarowanie, prostoliniowość i harmonogramowanie ściany.
- Raport eksploatacji w formacie Gantta
- Wykres miąższości chodnika lub ściany (rys. 19.7)



Rys. 19.7 Wykres miąższości wyrobiska badawczego

- Karta otworu wiertniczego.
- Diagram kołowy np. Udłufta analizy chemicznej.

- Diagram rozetowy np. róży spękań
- Korelacja otworów wiertniczych.
- Przekrój przez górotwór (przez wiele powierzchni TIN).

19.10 WPŁYW EKSPLOATACJI NA POWIERZCHNIĘ TERENU

Kolejny program umożliwia dwustronną komunikację z programami liczącymi deformacje terenu górniczego np. EDBJ autorstwa prof. J. Białka [1]. Pozwala na utworzenie danych o eksploatacji na podstawie mapy numerycznej a następnie wizualizuje wyniki obliczeń w postaci np. izolinii prognozowanych zmian nachyleń. Program wykrywa i koloruje budynki o kategorii odporności mniejszej od kategorii wpływu, sporządza odpowiedni raport.

Możliwe jest stworzenie prognozowanej mapy powierzchni przez dodanie powierzchni TIN przedstawiającej aktualną rzeźbę terenu do powierzchni obniżień.

Istnieje możliwość wykrycia zalewisk, zarówno na ciekach jak i w nieckach bezodpływowych. Program zaznacza gdzie istniejące lustro wody znajdzie się poniżej prognozowanej powierzchni terenu.

19.11 PODSUMOWANIE

Dla prawidłowej pracy każdego zakładu przemysłu węglowego niezbędne jest posiadanie możliwie pełnej informacji o złożu, tak w ujęciu geometrycznym jak i ilościowo-jakościowym. Dane te można pozyskać z numerycznego modelu złoża, który może i powinien być podstawowym narzędziem przy tworzeniu Projektów Zagospodarowania Złóż, Planów Ruchu zakładów górniczych i wszelkich dokumentacji techniczno-ruchowych.

Ponadto w rozwiązywaniu problemów inżynierskich oprócz aspektu dostępności do informacji i jej dokładności bardzo istotnym elementem jest czas. Pod tym względem tradycyjne sposoby przeprowadzania analiz i sporządzania projektów znacząco ustępują nowym technologiom obliczeniowym i wizualizacyjnym.

Kolejnym istotnym zagadnieniem jest uwzględnienie zmiany położenia wyrobisk pod wpływem prowadzonej eksploatacji i na wskutek ponownego wyrównania osnowy geodezyjnej co na potrzeby artykułu nazwano dynamicznym modelem przestrzeni górniczej.

Wiele kopalń ma już mapy w formie numerycznej. Niestety nie są one w pełni wykorzystywane do sporządzania modelu złoża, wykresów i różnorodnych analiz.

Omawiany w artykule System Obsługi Kopalnianych Map Numerycznych Geolisp zawiera ponad tysiąc programów ułatwiających wykonanie map i dokumentacji z zakresu górnictwa podziemnego i odkrywkowego, geodezji, geologii, wentylacji, przygotowania produkcji, infrastruktury technicznej. Utworzony został tym samym pewien szkielet Systemu Informacji o Przestrzeni Górniczej [4]. Umożliwia to stworzenie w każdej kopalni numerycznego modelu złoża, którego pochodną jest górnicza mapa numeryczna.

LITERATURA

1. J. Białek, M. Poniewiera. „Wykorzystanie systemu obsługi kopalnianych map numerycznych dla celów prognozowania deformacji terenu górniczego,” Materiały naukowe XI Międzynarodowego Sympozjum Geotechnika – Geotechnics 2004, Gliwice-Ustroń, 2004, pp. 141-148.
2. D. Biegun, A. Krawczyk. „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, pp. 47-55, 2016.
3. I. Jelonek, M. Poniewiera, B. Gąsior. „The qualitative model of the deposit on the example of the Kompania Węglowa S.A. Part II: Introducing discontinuity lines into digital deposit model,” Paper no. 31361982015 ICCS&T/ACSE, Melbourne, 2015, pp. 351-353.
4. J. Maciaszek, W. Wąsacz, J. Szewczyk. „Mapa górnicza jako dokument elektroniczny.” *Przegląd Górniczy*, t. 71, nr 3, pp. 64-71, 2015.
5. M. Poniewiera. „Model numeryczny złoża węgla kamiennego i jego praktyczne zastosowania.” *Wiadomości Górnicze*, R. 61, nr 7/8, pp. 458-465, 2010.
6. M. Poniewiera. „Standaryzacja map wyrobisk górniczych w warunkach Kompanii Węglowej S.A.” in *Geomatyka górnicza praktyczne zastosowania*. A. Dyczko, A. Krawczyk, Ed. Kraków: Wydawnictwo Fundacji dla AGH, 2011, pp. 53-64.
7. M. Poniewiera, E. Maciejowska-Figiel, M. Wróbel. „Przestrzenny model zabytkowej kopalni Guido.” *Czasopismo Inżynierii Łądowej, Środowiska i Architektury*, t. XII, 62 (4), pp. 21-35, 2015.
8. M. Poniewiera, D. Zientek. „Technologia generowania map pochodnych, w różnych skalach, na podstawie numerycznej mapy podstawowej,” Materiały Konferencji Naukowo-Technicznej VIII Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych, Ustroń, 2005, pp. 465-473.
9. C. Toś, J. Szewczyk. „Information system of excavations in the Wieliczka salt mine.” *Geoinformatica Polonica*, vol. 15, pp. 121-133, 2016.

Data przesłania artykułu do Redakcji: 10.2016

Data akceptacji artykułu przez Redakcję: 03.2017

dr inż. Marian Poniewiera

Politechnika Śląska

Wydział Górnictwa i Geologii

Instytut Eksploatacji Złóż

ul. Akademicka 2, 44-100 Gliwice, Polska

e-mail: marian.poniewiera@polsl.pl

ZASTOSOWANIE OPROGRAMOWANIA GEOLISP DO BUDOWY DYNAMICZNEGO SYSTEMU INFORMACJI O PRZESTRZENI GÓRNICZEJ

Streszczenie: W artykule omówiono możliwości programu Geolisp w zakresie sporządzania różnorodnej dokumentacji takiej jak: przekrój przez górotwór, tworzenie prognozowanej mapy wysokościowej, znajdowanie parcel o zadanych parametrach jakościowych, wykres miąższości złoża w ścianie, karta otworu wiertniczego, transformacja między różnymi układami współrzędnych, kontrola topologii, predykcja wybranego parametru w zadanym obszarze metodą krigingu i wiele innych.

Słowa kluczowe: Numeryczny Model Złoża, planowanie produkcji węgla

THE USE OF THE GEOLISP SOFTWARE TO BUILD A DYNAMIC INFORMATION SYSTEM ABOUT THE MINING AREA

Abstract: The paper briefly presents the possibility of Geolisp in the preparation of various documents, such as: a cross section through the rock mass, the development of forecast altitudinal map, search for plots with specified quality parameters, wall thickness diagram, borehole card, transformation between different coordinate systems, topology control, prediction of the selected parameter in a given area kriging method, and many others.

Key words: Numerical Mineral Deposit Model, planning for coal production