

Model terenu górniczego

Model of mining area

Autor:

Marian Poniewiera
Politechnika Śląska

Słowa kluczowe: Numeryczny Model Złoża, wpływy eksploatacji górniczej

Key words: Numerical Mineral Deposit Models, extraction influence

Streszczenie:

W referacie przedstawiono tworzenie prognozowanej mapy sytuacyjno-wysokościowej, zawierającej aktualną rzeźbę terenu, zalewiska, izolinie obniżeń i pokolorowane według kategorii budynki.

Abstract:

This paper presents the development of forecast situational and altitudinal map containing current surface features, flood plains, area subsidence isolines and buildings marked in colours according to categories.

1. Wstęp

Jednym z zadań wykonywanym w dziale mierniczo–geologicznym kopalni jest sporządzenie prognozowanej mapy wysokościowej. Wykorzystanie programu AutoCAD Civil wraz z nakładką Geolisp umożliwia znaczne zautomatyzowanie prac z tym związanych [5]. Łatwość edycji danych w tych programach pozwala mówić o dynamicznym modelu terenu górniczego. W szczególności modyfikacja lub dodanie dowolnego punktu pomiarowego powoduje aktualizację wszystkich izolinii, przekrojów i obliczeń opartych na tym punkcie.

Użyte w dalszej części artykułu pojęcie *powierzchnia TIN* (Triangulated Irregular Network) rozumiane jest tutaj, jako powierzchnia w postaci siatki trójkątów opartych na punktach pomiarowych i liniach nieciągłości, zbudowana w programie AutoCAD.

Można wymienić następujące tematy związane z utworzeniem prognozowanej mapy wysokościowej:

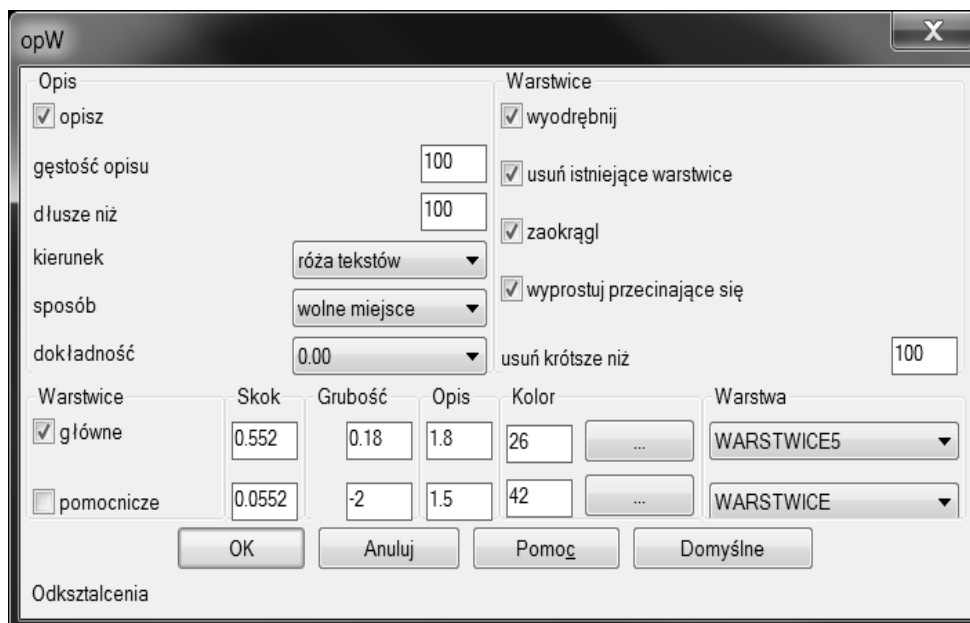
- Przygotowanie aktualnej rzeźby terenu.
- Wygenerowanie prognozowanej mapy wysokościowej.
- Wykrycie zalewisk na potokach.
- Obniżenia poniżej poziomu wodonośnego.
- Znalezienie terenów bezodpływowych.
- Raport budynków o przekroczonej kategorii wpływów.
- Nałożenie izolinii deformacji na mapę.

2. Powierzchnia TIN w programie AutoCAD Civil

Tworząc powierzchnię TIN w programie AutoCAD Civil zaleca się korzystać z okna *obszar narzędzi*, karta *nawigator*, uruchamianym z menu *Ogólne*, pozycja *Przestrzeń Narzędzi* lub poleceniem *ToolSpace*. Należy ustawić kursor myszy na pozycji *Powierzchnie*, nacisnąć jej prawy przycisk i wybierać *Utwórz powierzchnię*. Pojawi się nowa powierzchnia i poniżej zakładka *Definicja*, w niej kolejne pozycje: *Obiekty Rysunku*, *Warstwice*, *Pliki punktów*, *Linie nieciągłości* itd. Każdą z nich można wskazać kursorem myszy, nacisnąć jej prawy przycisk, wybierać opcję *Dodaj* i zaznaczyć obiekty, które mają być dodane do powierzchni. Najczęściej używane obiekty to:

- *Obwiednia* – zamknięta polilinia definiująca przedmiotowy obszar.
- *Obiekty Rysunku* – punkty, bloki, linie i inne obiekty mające wejść w skład powierzchni; obiekty te muszą posiadać rzędną wysokościową.
- *Linie nieciągłości* – linie np. krawędzie skarp; siatka trójkątów zostanie tak utworzona, żeby żaden trójkąt nie przecinał linii nieciągłości.
- *Warstwice* – istniejące w rysunku izolynie.
- *Pliki punktów* – zewnętrzny plik tekstowy zawierający punkty pomiarowe. Jeżeli plik się zmieni to powierzchnia zostanie zaktualizowana.

W programie Geolisp istnieje polecenie *OP*, które może służyć do szybkiego utworzenia powierzchni TIN na podstawie punktów w rysunku. Ułatwia ono zwizualizowanie powierzchni, opisanie warstwicy itp. Można tu jeszcze wymienić polecenie *Atr2Pkt*, które tworzy powierzchnię na podstawie atrybutów kot wysokościowych.



Rysunek 1. Opisywanie izolinii w programie Geolisp

Figure 1. Describing isolines in Geolisp

Źródło: opracowanie własne

Warto jeszcze wspomnieć, że powierzchnię TIN można uprościć (polecenie: *_AeccSimplifySurface*) lub wygładzić (polecenie: *_AeccSmoothSurface*). Wygładzenie pozwala na uzyskanie ładniejszych izolinii i umożliwia aproksymację obszaru gdzie brakuje danych pomiarowych.

3. Przygotowanie aktualnej rzeźby terenu

Postępowanie podczas tworzenia powierzchni TIN obrazującej aktualną rzeźbę terenu zależy od rodzaju posiadanych danych. Poniżej przedstawiono kilka typowych przypadków.

3.1 Dane pomiarowe

Najlepiej – najdokładniej i najszybciej – utworzyć powierzchnię na podstawie danych z bezpośredniego pomiaru. Do utworzenia powierzchni TIN wykorzystujemy pikiety, linie nieciągłości i ewentualnie obwódnię obszaru.

Dodatkowo można utworzyć powierzchnię TIN na podstawie pomiaru lustra wody w studniach.

3.2 Analogowe mapy sytuacyjno-wysokościowe

Analogowe mapy sytuacyjno-wysokościowe należy zeskanować, skalibrować i zwektoryzować koty wysokościowe, warstwice i ewentualnie ważniejsze krawędzie skarp. Narysowane obiekty powinny mieć ustawioną poprawną rzędną wysokościową. Następnie tworzymy nową powierzchnię TIN i dodajemy do niej zarówno punkty wysokościowe, warstwice, jak i linie nieciągłości.

3.3 Cyfrowe mapy wysokościowe

Tworzymy powierzchnię jak w poprzednim punkcie, tylko obiekty mamy już zwektoryzowane [6]. Czasami problemem są poprzerywane warstwice, które nie mają ustawionej rzędnej wysokościowej – należy je poprawić przed utworzeniem powierzchni. W programie Geolisp istnieje polecenie *ZnWar1*, które nadaje poprawną rzędną wysokościową warstwicy na podstawie jej opisu.

Na mapach pochodzących z importu z innych systemów lub starszych wersji AutoCADa krzywa czasem jest przedstawiana w postaci ogromnej ilości wierzchołków. Wykorzystanie takiej warstwicy bardzo skomplikowałoby powierzchnię. W AutoCADzie Civil można uprościć obiekty poleceniem *_MapClean* – opcja *Uprość Obiekt*. Opcja *Usuń Pseudowęzły* scali rozbite warstwice w jeden obiekt. Nie powinno się natomiast używać opcji *Wydłuż niedociągnięcia* do łączenia izolacji poprzerywanych np. na budynkach. Taki błąd lepiej zignorować lub poprawić poleceniem systemu Geolisp *Lin2Lin*.

4. Wygenerowanie prognozowanej mapy wysokościowej

Mając plik z aktualnymi punktami pomiarowymi często obliczamy ich współrzędne po przejściu eksploatacji i tworzymy prognozowaną powierzchnię TIN na podstawie tych punktów. Tworzenie mapy prognozowanej niczym się wtedy nie będzie różnić od wykonania mapy aktualnej, postępujemy analogicznie jak to zostało opisane w punkcie 3.1.

Jeżeli jednak mamy mapę numeryczną z warstwicami, uczytelionymi opisami kot wysokościowych itp., wygodniejsze jest postępowanie opisane poniżej. Obliczając prognozowane obniżenia programem EDBJ w katalogu *c:\Edn\Pro\Robocze* automatycznie tworzy się plik *mapa_robocza.grd* [7]. W programie Geolisp istnieje polecenie *Czyt-Grd*, które tworzy powierzchnię TIN na podstawie tego pliku.

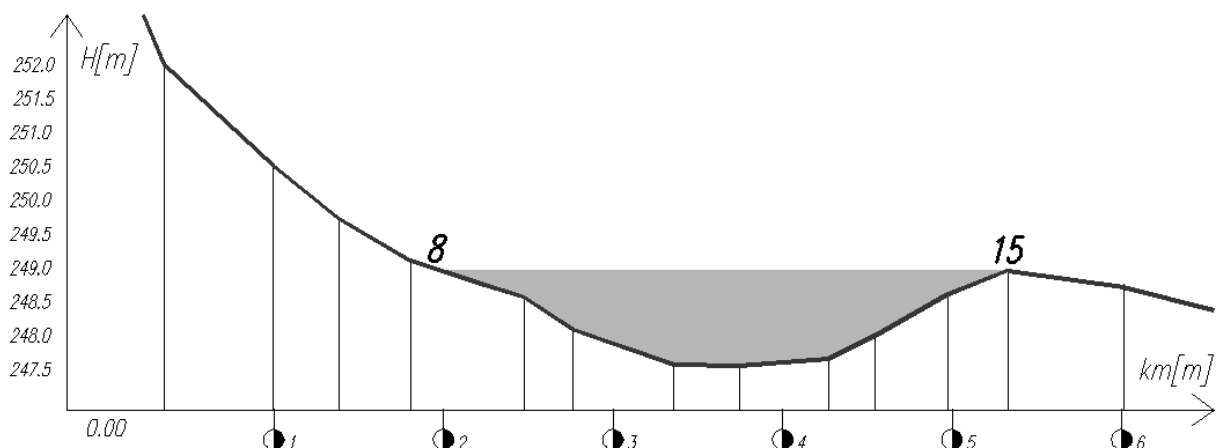
Otrzymanie prognozowanej mapy wysokościowej składa się z trzech etapów. W pierwszym należy zrzutować obiekty – punkty, koty, warstwice, linie nieciągłości – na powierzchnię obniżeń, dzięki czemu poznamy wielkości deformacji poszczególnych elementów mapy. Następnie od rzędnych tych obiektów odejmujemy obniżenia, otrzymując prognozowane wysokości. W trzecim etapie tworzymy nową – prognozowaną powierzchnię TIN, wizualizujemy ją warstwicami o odpowiednim cięciu itd.

W programie Geolisp istnieje polecenie *mWys*, które tworzy nową powierzchnię TIN na podstawie odjęcia dwóch powierzchni: aktualnej i obniżeń. Polecenie to w jednym ruchu aktualizuje opis kot wysokościowych, tworzy i opisuje nowe warstwice.

5. Zalewiska na potokach

Poniżej opisano kolejność postępowania podczas wyznaczania zalewisk na potokach.

1. Przeprowadzamy pomiar dna potoku. Dla ważniejszych cieków wykonujemy przekroje poprzeczne – aby dodatkowo uzyskać wysokości lustra wody i skarp. W Zarządzie Melioracji i Urządzeń Wodnych możemy uzyskać informacje o maksymalnej wysokości lustra wody.
2. Obliczamy prognozowane położenie punktów [3]. Zazwyczaj wyznaczamy przewidywane wysokości punktów obliczeniowych wprost w programach liczących deformacje. Jeżeli mamy utworzoną powierzchnię TIN obniżeń to możemy obliczeń dokonać w programie AutoCAD.
3. Wykonujemy wykres prognozowanego potoku. Najkrócej mówiąc, w miejscu gdzie wartości rzędnych profilu się zwiększają, tworzy się zalewisko. Na rysunku 2 utworzy się ono między punktem 8 i 15, lustro wody będzie miało taką samą rzędną jak punkt 15, czyli ten, za którym dno zaczyna iść w dół.



Rysunek 2. Określenie obszaru zalewiska na przekroju podłużnym potoku.

Figure 2. Determination of flood plain area in the longitudinal section of a stream

Źródło: opracowanie własne

Na wykresie zwykle uwzględniamy nie tylko dno potoku, ale i miejsca, gdzie lustro wody jest wyższe niż otaczające skarpy lub niebezpiecznie zbliża się do szczytu skarp.

W programie Geolisp wykres możemy wykonać poleceniem *Wykres*. Wymaga ono przygotowania pliku tekstowego w formacie $Nr X Y Z_1 Z_2 \dots Z_N$ lub wskazania trójwymiarowej polilinii na mapie.

4. Z wykresu wiemy już, gdzie na potoku utworzy się zalewisko. Teraz musimy wyznaczyć jak szeroko się rozleje. W tym celu tworzymy warstwicę o rzędnej równej wysokości punktu przełomu na wykresie. Warstwicę najprościej wykonać poleceniem *OP*, w okienku *Skok* wpisujemy żądaną wartość.

Można też w zakładce *nawigator* okna *obszar narzędzi* wskazać kursorem myszy daną powierzchnię, nacisnąć prawy przycisk myszy i wybrać pozycję *właściwości powierzchni*, w zakładce *Analiza* wybrać *Warstwice zdefiniowane przez użytkownika*.

Aby zakreskować warstwicę trzeba ją najpierw z powierzchni TIN wyodrębnić – zamienić na zwykłą polilinię. W tym celu można skorzystać z polecenia *OP* i wybrać czynność *Wyodrębnij i opisz warstwice* lub wydać polecenie *AeccSurfaceExtractObjects*.

6. Obniżenia poniżej poziomu wodonośnego

Zalewisko może się też utworzyć w miejscu, gdzie w wyniku eksploatacji lustro wody znajdzie się powyżej terenu [2]. Aby takie miejsca znaleźć należy przy pomocy polecenia *mWys* odjąć powierzchnię TIN obecnego lustra wody od prognozowanej powierzchni terenu. W ten sposób otrzymamy nową powierzchnię TIN odległości lustra wody od powierzchni. Następnie generujemy izoliny. Dodatnia wartość izoliny oznacza, że lustro wychodzi ponad powierzchnię i istnieje zagrożenie powstania zalewiska. Następnie wyodrębniamy poleceniem *OP* zerową izolinię i wypełniamy ją np. niebieskim kreskowaniem.

7. Tereny bezodpływowe

Z geometrycznego punktu widzenia każda zamknięta warstwica otaczająca miejsce o niższej rzędnej stanowi bezodpływowe zagłębienie terenu. W programie Geolisp istnieje polecenie *STB*, które zaznacza zamknięte warstwice o podanej różnicy wysokości między warstwicą a dnem zagłębienia.

Na powstanie bezodpływowego zalewiska wpływ ma m.in. rodzaj gleby i wysokość poziomu wodonośnego. W celu znalezienia obszarów szczególnie narażonych na podtopienia możemy wykonać poniższe czynności:

1. Poleceniem *STB* uzyskujemy bezodpływowe warstwice. Na podstawie utworzonych zamkniętych polilinii tworzymy topologię poleceniem *Topo* lub *MapTopoCreate*.
2. Rysujemy zamknięte polilinie ograniczające obszary o szczególnym narażeniu na podtopienia np. takie, które po większym deszczu czy roztopach wolno wchłaniają wodę. Tworzymy topologię, podobnie jak w punkcie 1.
3. Znajdujemy część wspólną wykonanych topologii. Wydajemy polecenie *MapAnOverlay*, typ analizy ustawiamy na *Iloczyn*. Zaznaczamy, żeby tworzył nową topologię. Zakreskować topologię można poleceniem *MapTopoQuery*.

8. Raport budynków o przekroczonej kategorii wpływów

Na mapach sytuacyjnych zaznaczamy odpowiednimi kolorami budynki, których kategoria wpływów jest mniejsza niż kategoria odporności. Dodatkowo sporządzamy raport takich obiektów zgodnie z tabelą 10A [1]. Nasze postępowanie w tym przypadku będzie następujące:

- Rysujemy obiekt (budynek, sieć kanalizacyjną, podpory itd.).
- Wprowadzamy do niego kategorie odporności i inne atrybuty, takie jak: rok budowy, adres, właściciel, poleceniem *KatBud*. Jeżeli mamy dane w Excelu to możemy je zaimportować do AutoCADa poleceniem *kbImport*.
- Obliczamy kategorie odporności obiektów programem EDBJ i importujemy te dane do AutoCADa poleceniem *Kat2Bud*.
- Sporządzamy raport i podkolorowujemy budynki spełniające zadane kryteria – polecenie *KatBudWs*. Wyszukać obiekty możemy poleceniem *kbSzu*.

9. Nałożenie izolinii deformacji na mapę

Program Geolisp posiada narzędzie umożliwiające odczytanie pliku *mapa_robocza.plt*, zawierającego izolinie parametrów[4].

Plik ten zawiera ostatnio wygenerowaną mapę w programie EDBJ i znajduje się w katalogu *c:\Edn\Pro\Robocze*. Ponieważ wszystkie obiekty z tego pliku zostaną umieszczone na jednej warstwie, zaleca się w EDBJ jednorazowo włączyć tylko jeden typ obiektu. Czyli np. włączyć tylko izolinie obniżen, bez punktów, budynków itp. Program *Czyt_Plt* traktuje obiekty o kolorze czerwonym (numer 1 według indeks koloru AutoCAD (ACI)) jako ramka, zatem nie należy używać go dla innych obiektów. Istnieje polecenie *Granica*, które czyta plik *granica* – z obiektami w formacie EDBJ.

Po uruchomieniu programu *Czyt_Plt* i wskazaniu pliku pojawia się okno z opcjami programu. Istotny jest wybór właściwej warstwy, na której będą rysowane izolinie. Ma to szczególnie znaczenie przy odkształceniach, gdyż program automatycznie dobiera właściwy, zgodny z normą, kolor izolinii, w zależności od kategorii odkształceń. Możliwe jest również wykonanie transformacji współrzędnych z układu lokalnego na współrzędne geodezyjne. Współrzędne naroży ramki program pobiera z pliku, można je również wpisać ręcznie.

10. Podsumowanie

W referacie opisano kolejne etapy sporządzania prognozowanej mapy wysokościowej przy pomocy programów AutoCAD Civil oraz Geolisp.

Jakość utworzonej mapy, jej przydatność oraz sposób postępowania podczas jej tworzenia zależy od tego, jakimi danymi dysponujemy.

Zastosowane rozwiązania ułatwiają utworzenie mapy oraz pozwalają na zautomatyzowanie realizowanych prac. W efekcie otrzymamy dynamiczny model terenu górniczego, który łatwo edytować – modyfikacja danych tworzących model powoduje jego aktualizację, dzięki czemu można ocenić wpływ wprowadzanych zmian na istniejący model.

LITERATURA

- [1] Białek J., Poniewiera M.: Wykorzystanie systemu obsługi kopalnianych map numerycznych dla celów prognozowania deformacji terenu górniczego. Geotechnika - Geotechnics 2004. XI Międzynarodowe sympozjum, Gliwice - Ustroń, 19-22 października 2004 r. Materiały naukowe. Cz. 1: Polska. Katedra Geomechaniki, Budownictwa Podziemnego i Zarządzania Ochroną Powierzchni Wydziału Górnictwa i Geologii Politechniki Śląskiej, s. 141-147.
- [2] Mielimąka R., Pomykoł M., Cempiel E., Pozzi M.: Wpływ projektowanych robót górniczych na zmiany stosunków wodnych w południowo-zachodniej części obszaru górniczego PG "Silesia" z koncepcją renaturalizacji terenu górniczego. Przegląd Górniczy nr 8/2012, ISSN 0033-216X, str. 37-43.
- [3] Pomykoł M., Poniewiera M., Kowalska J.: Sposób opisu deformacji niepełnych niecek obniżeniowych. Problemy eksploatacji górniczej pod terenami zagospodarowanymi. VIII Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych, Ustroń, 15-17 czerwca 2005. Praca zbiorowa. pod red. Jerzego Kwiatka. Katowice Główny Instytut Górnictwa 2005, s. 448-453.
- [4] Pomykoł M., Poniewiera M.: Numeryczne projektowanie w geodezji górniczej. Gliwice Wydawnictwo Politechniki Śląskiej 2009, 173 s.
- [5] Poniewiera M.: Generowanie numerycznego modelu złoża w programie AutoCAD Civil 3D. Ochrona środowiska na terenach górniczych. VII Konferencja naukowo-techniczna, Szczyrk, 2-4 czerwiec 2008. Zarząd Główny Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa. Główna Komisja Miernictwa Górniczego i Ochrony Środowiska [i in.]. Zarząd Główny Stowarzyszenia Inżynierów i Techników Górnictwa, Katowice 2008.
- [6] Poniewiera M., Sikora P.: Konwersja map numerycznych. IX Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych. Konferencja naukowo-techniczna, Wisła, 20-22 czerwca 2007. Zeszyty Naukowe Politechniki Śląskiej 2007, nr 1752 Górnictwo z. 278.
- [7] Sokoła-Szewioła V., Kowalska-Kwiatek J.: Kompleksowa metoda wyznaczania parametrów modelu opisującego obniżenia terenu górniczego w czasie. Przegląd Górniczy 3/2013, str. 142-148.