

MOŻLIWOŚCI WYKORZYSTANIA PROGRAMU SURPAC MINEX PRZY ZARZĄDZANIU MONITORINGIEM GEODEZYJNYM W KOPALNIACH ODKRYWKOWYCH

THE APPLICATION OF SURPAC GEMCOM PROGRAM FOR SURVEYING MANAGEMENT IN OPEN PITS

Agnieszka Malinowska, Bartosz Postróżny – Wydział Geodezji Górniczej i Inżynierii Środowiska, AGH w Krakowie

Badania zaprezentowane w niniejszym artykule dotyczyły zagadnień związanych z zarządzaniem pomiarami w odkrywkowych zakładach górniczych. Badania prowadzone były w jednym z odkrywkowych zakładów górniczych zlokalizowanych w południowej Polsce. Obejmowały pozyskanie dokumentacji kartograficznej dotyczącej zakładu oraz wykonanie pomiaru aktualnego stanu wyrobisk. Skoncentrowano się na pokazaniu możliwości wykorzystania oprogramowania Surpac Minex, jako narzędzia wspierającego integrację wyników obserwacji geodezyjnych oraz ich opracowania. Ponadto zaprezentowano możliwości programu Surpac Minex przy realizacji wybranych zadań geodezyjnych dotyczących ruchu zakładu górniczego.

Słowa kluczowe: zarządzanie pomiarami geodezyjnymi, Surpac, narzędzia informatyczne, kopalnie odkrywkowe

The research presented in this article address the issues of surveying in opencast mines. The studies were conducted in the query located on the south of Poland. The research were divided into steps. The first step was acquisition of cartographic documentation concerning query. The second step were measurements of the current state of the excavations in the query. Authors of the article focused on the presentation the possibilities of Surpac Minex software as a tool supporting integration of geodetic observations and data management. Moreover solution of chosen survey tasks with the use of Surpac was presented.

Key words: managing surveying, Surpac, IT, open pit mine, query

Wprowadzenie

Zarządzanie pomiarami geodezyjnymi w górnictwie powinno być traktowane w sposób indywidualny. Wynika to z różnic w charakterystyce pracy oraz ze specyfiki środowiska w jakim prowadzone są czynności miernicze. Lata doświadczeń oraz rozwój nowoczesnych technologii pozwoliły na opracowanie rozwiązań i technik pomiarowych oraz oprogramowania ściśle dedykowanych górnictwu. Mowa tu zarówno o górnictwie podziemnym, jak i odkrywkowym. Kopalnie odkrywkowe i kamieniołomy stanowią dominującą liczbę zakładów górniczych w Polsce. Reprezentują je zarówno duże przedsiębiorstwa wydobywające metodami odkrywkowymi węgiel brunatny, ale również małe i średnie kopalnie eksploatujące kruszywa.

Badania zaprezentowane w niniejszym artykule dotyczyły możliwości wykorzystania programu Surpac Minex przy zarządzaniu pomiarami w kopalniach odkrywkowych. Opracowana została metodyka pomiarowa, która pozwala na wykonanie efektywnego pomiaru w ramach bieżących zadań dotyczących geodezyjnej obsługi ruchu zakładu górniczego. W ramach badań stworzona została aplikacja pozwalająca na automatyczną identyfikację geometrii mierzonych elementów i automatyczne

zasilenie programu wynikami obserwacji geodezyjnych. Badania koncentrowały się również na ocenie możliwości modułu Surveying dedykowanego geodetom górniczym pracującym w dużych zakładach górniczych. Pomiary prowadzone były w jednej z polskich kopalni odkrywkowych kruszyw. Na wybranych przykładach pokazano jakie możliwości daje geodetom wykorzystanie oprogramowania Surpac Gemcom.

Zadania geodety w kopalniach odkrywkowych

Eksploatacja kopalni metodą odkrywkową jest prowadzona z zastosowaniem wielu zróżnicowanych systemów wydobywczych. W zależności od prowadzenia ruchu zakładu górniczego wyróżnia się eksploatację suchą z podziałem na ciągłą lub selektywną, eksploatację wtórną lub hydromechaniczną. Ogół procesów związanych z wydobywaniem kopaliny to: urabianie, transport, przeróbka i zwałowanie. Eksploatacja kopalni użytecznych metodą odkrywkową oraz geodezyjna obsługa zależą od rodzaju surowców, które są wydobywane [11, 14].

Wymogi prawne

Do 31 XII 2011 roku, obowiązujące przepisy dzieliły kopaliny na podstawowe i pospolite. Jednak nowelizacja Prawa górniczego i geologicznego [14], która weszła w życie z dniem 1 I 2012 wprowadziła nowy podział kopalni na: kopaliny, których złoża są objęte własnością górniczą oraz kopaliny, których złoża są objęte własnością gruntu.

Większość kopalń odkrywkowych w Polsce prowadzi swoją działalność na podstawie własności wynikającej z praw gruntu. Wyjątek stanowią kopalnie węgla brunatnego, siarki i gipsu.

Geodeta zobowiązany jest do sporządzenia dokumentacji mierniczo-geologicznej kopalni. Proces powstawania dokumentacji powinien odbywać się w ścisłej współpracy mierniczych, geologów oraz geotechników. Wszystkie zadania, podejmowane przez osoby dozoru wymienionych działów sprowadzają się do:

- sporządzenia dokumentacji mierniczo-geologicznej;
- udziału w planowaniu eksploatacji górniczej i prawidłowej gospodarce gruntami,
- obsługi ruchu zakładu górniczego.

Podczas procesu planowania eksploatacji geodeta ustala kierunki prowadzenia eksploatacji zgodne z ukształtowaniem terenu oraz lokalizację infrastruktury geotechnicznej. Podstawowymi zadaniami działu mierniczego jest prowadzenie dokumentacji pomiarowej, obliczeniowej i mapowej oraz geodezyjna obsługa robót przygotowawczych i pomocniczych w procesie górniczej eksploatacji złoża [11, 14].

Stosowane oprogramowanie w kopalniach wspierające pracę geodety

Postęp technologiczny pozwolił na wprowadzenie metod informatycznych w kopalniach, w znaczący sposób przyspieszając opracowywanie i gromadzenie informacji przez działy mierniczo-geologiczne. Obecnie, prowadzenie dokumentacji mierniczej realizowane jest w środowiskach graficznych CAD, wykorzystujących odpowiednie nakładki oraz programy specjalnie dedykowane dla zakładów górniczych. Systemy map numerycznych muszą spełniać duże wymagania odnośnie funkcjonalności i wymogów zawartych w polskich normach [12]. Niektóre z systemów pracują już w konwencji SIT/GIS. Systemy map numerycznych są mocno zróżnicowane w zależności od wielkości i typu wydobywanego surowca w zakładzie górniczym. Aplikacje do prowadzenia map numerycznych są konstruowane w sposób umożliwiający połączenie danych pochodzących z różnych źródeł oraz przechowywanie i dostęp do nich w jak najbardziej wydajny sposób. W związku z taką zadaniowością systemy są wspomagane przez bazy danych np. typu ACCESS lub ORACLE. Aplikacje oparte na modułach przechowywania danych są najbardziej wydajne, jednak jak na razie tylko duże kopalnie zdecydowały o wprowadzeniu takich rozwiązań do zarządzania dokumentacją. Dla stosunkowo małych zakładów, jakimi są kopalnie odkrywkowe, za wystarczające można uznać dużo prostsze aplikacje. W Polsce istnieje ok. 6 tys. kopalni odkrywkowych. Znaczną ich część stanowią małe zakłady eksploatujące piaski i żwiry. Małe kopalnie działające na rynkach lokalnych stosują popularne oprogramowania geodezyjne i kartograficzne dostępne na rynku takie jak C-Geo firmy Softline, pakiet oprogramowania firmy CODER WinKalk i MicroMap uzupełniany o program Operat do zarządzania dokumentami. Wykorzystanie zintegrowanych

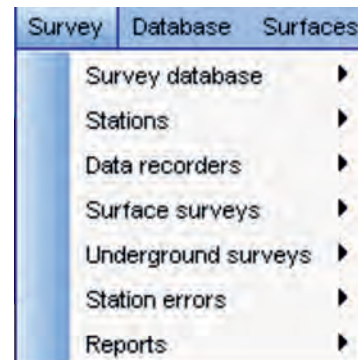
systemów zarządzających życiem kopalni jest powszechne [2, 3, 5, 7, 10]. Najczęściej stosowanymi aplikacjami są programy Surpac (Gemcom), Minescape (Mincom) oraz Vulcan (Maptek) [19-21]. W Polsce programy te wykorzystywane są przez największe zakłady górnicze takie jak LWZ Bogdanka, KWB Bełchatów, KWB Turów [4, 9, 15, 16, 18]. Ich aplikacja ograniczona jest tylko do wybranych modułów [1, 6, 8, 17].

Prezentowane badania dotyczyły głównie możliwości wykorzystania oprogramowania przy bieżących zadaniach geodezyjnych dotyczących ruchu zakładu górniczego. Zaprezentowanych zostało tylko kilka wybranych zadań pokazujących funkcjonalność systemu.

Funkcjonalność modułów Survey i Surface; Surpac Minex

Program Surpac stworzony został przez firmę Gemcom, globalnego dostawcę kompleksowego oprogramowania dla górnictwa i działów pokrewnych. System Surpac może być stosowany niezależnie od tego czy dopiero rozpoczynane są czynności poszukiwawcze złoża, czy trwa już produkcja na szeroką skalę. W Polsce oprogramowanie zostało wdrożone w kilku zakładach górniczych [9, 15, 17]. Najczęściej jednak program ten wdrażany jest w jednym lub kilku działach zakładu górniczego. Prezentowane badania dotyczyły oceny możliwości modułu dedykowanego pracy z wynikami pomiarów geodezyjnych. Jest to moduł SURVEY, który w całości przeznaczony jest dla geodetów pracujących w zakładach górniczych.

Moduł Survey (rys. 1) został wyposażony w odpowiednie narzędzia, które pozwalają na pełne uniezależnienie się od oprogramowania zewnętrznego (Gemcom Surpac w wersji 6.4.1.). Na rysunku 1 zaprezentowano poszczególne elementy modułu Survey.

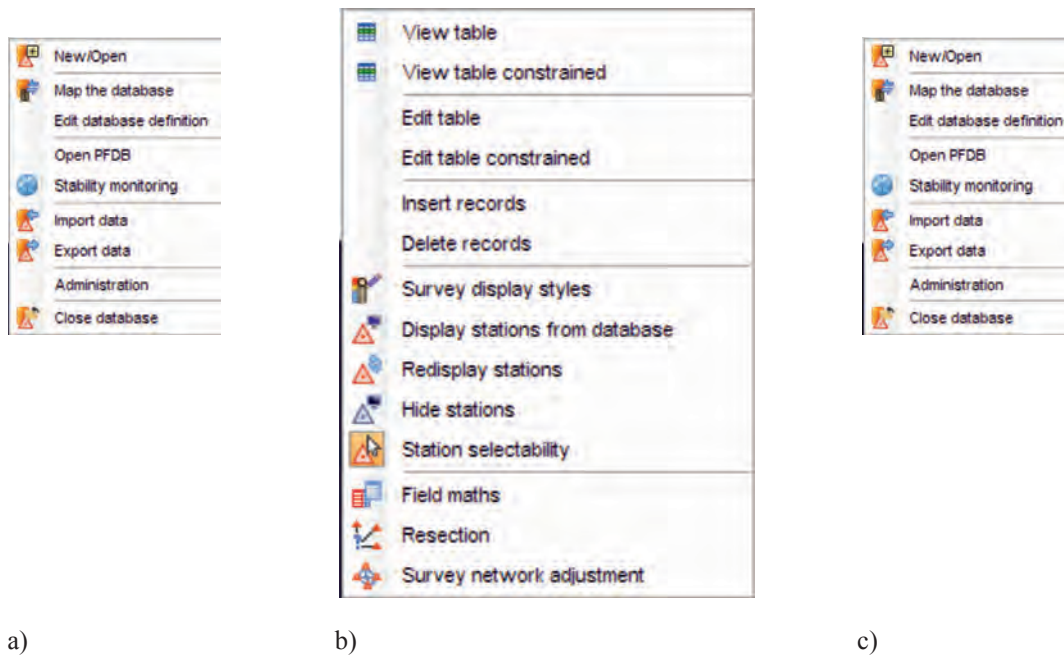


Rys. 1. Menu Survey
Fig.1. Menu – Survey

Opcja Survey database odpowiada za utworzenie i prowadzenie bazy danych wszystkich pomiarów, łącznie z monitorowaniem stabilności punktów kontrolnych (rys.2, a).

Opcja Stations służy do zarządzania i wyrównywania punktów osnowy geodezyjnych znajdujących się na terenie zakładu górniczego. Do tabeli można wprowadzić wszystkie niezbędne metadane o punktach geodezyjnych, ich opisy topograficzne, odnośniki i komentarze z nimi związane. W każdej chwili można powtórnie wykonać wyrównanie danej sieci, bądź jej fragmentu. Nie jest to bez znaczenia w sytuacjach kiedy punkty osnowy pomiarowej ulegają zniszczeniu, co bardzo często zdarza się w kopalni odkrywkowej (rys. 2, b).

Opcja Data recorders odpowiada za możliwość zgrzywania



Rys. 2. Moduł Survey a) baza danych pomiarowych, b) zarządzanie wynikami obserwacji, c) integracja danych
 Fig. 2. Module Survey a) survey database, b) observation management, c) data integration

danych pomiarowych z instrumentów wielu czołowych producentów (Leica, Trimble). Wymagany jest jednak odpowiedni format prowadzenia pomiarów, który został zaimplementowany do urządzenia. Istnieje również możliwość wczytania danych z ogólnych formatów tekstowych typu ASCII (rys. 2, c).

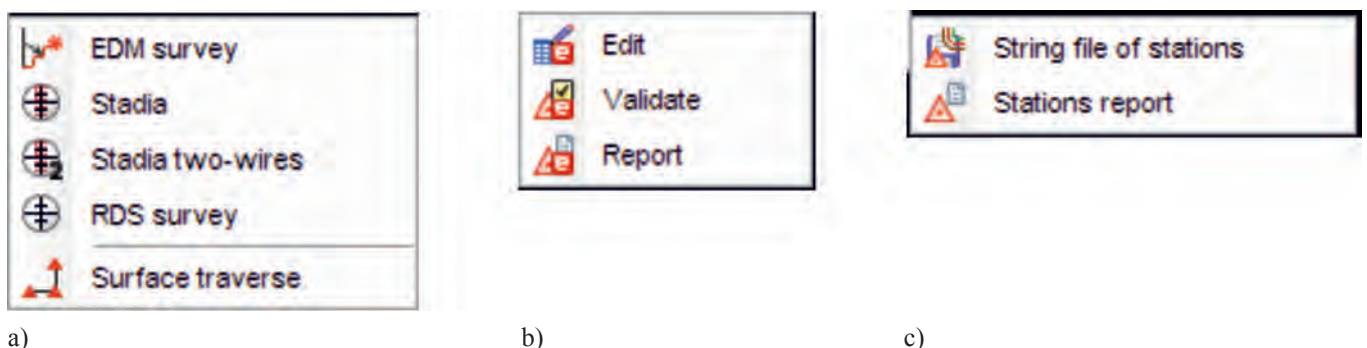
Twórcy programu przewidzieli kierunki rozwoju pomiarów w kopalniach odkrywkowych i powszechne stosowanie skanerów laserowych. Dzięki opcji Surface surveys istnieje możliwość wczytania danych ze skanów frontów eksploatacyjnych w postaci chmur punktów (rys. 3, d).

Funkcja underground surveys docelowo przeznaczona jest dla pomiarów w kopalniach podziemnych. Zawiera informacje o domiarach wynikających z realizacji projektu, mierzonych profilach i nachyleniach prowadzonych wyrobisk.

Zakładka Station errors służy do estymacji błędów poszczególnych stanowisk pomiarowych (rys. 3, e). Na końcu modułu istnieje możliwość generowania raportów związanych z wyrównaniem osnowy oraz poszczególnych linii pomiarowych - Reports (rys. 3, f).

Przystąpienie do pracy w programie Surpac związane jest z konieczności integracji dużej ilości danych. Oprogramowanie zostało oparte na formacie „string”, czyli łańcuchach definiujących kolejne elementy jakimi są np. linie. W przypadku kopalń odkrywkowych mogą być krawędzie frontów eksploatacyjnych, drogi technologiczne lub granice wyrobisk. Pliki takie zawierają informację o dacie i czasie przeprowadzonego pomiaru, nazwę pliku pracy oraz instrument w jakim wykonano pomiar (rys. 4).

Nie wszystkie tachimetry posiadają jednak funkcję eksportu wyników obserwacji do formatu „string”. Dotyczy to przede wszystkim starszych urządzeń, które w zamyśle nie były przystosowane do pomiarów w odkrywkowych zakładach górniczych lub producent nie zapewnił wsparcia technicznego dla eksportu do tego formatu. Instrumenty, którymi wykonywano pomiar nie posiadały możliwości eksportu danych do formatu „string”. Dlatego też, przed przystąpieniem do zasilenia programu danymi dostępnymi oraz przed rozpoczęciem pomiarów, konieczne było opracowanie algorytmu pomiaru i automatycz-



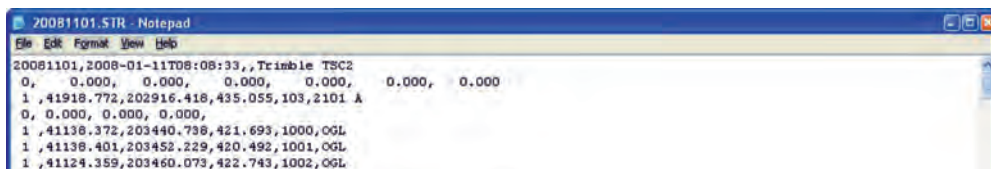
Rys. 3. Moduł survey a) integracja pomiarów powierzchniowych, b) analiza dokładności, c) raportowanie
 Fig. 3. Module survey a) surveying integration, b) stations errors, c) reports

Modułami niezbędnymi do pracy z wynikami obserwacji geodezyjnych są ponadto moduły: Surface, Design, Plotting.

Koncepcja projekt stylu (schematu) pomiarowego i jego realizacja

nej metody wczytywania danych do programu.

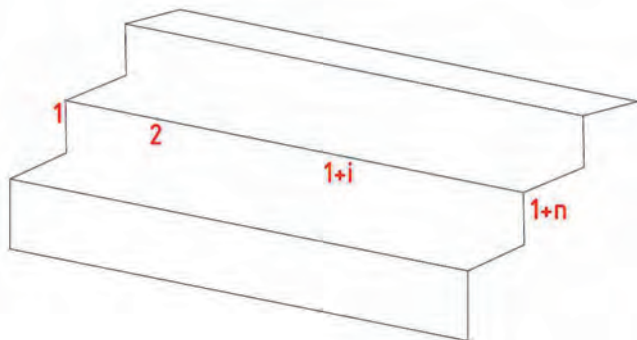
Proponowane rozwiązanie pozwoliło na pełną integrację danych pomiarowych w programie Surpac. Jest to propozycja, która może być zastosowana przez dowolny zakład górniczy. Proponowane rozwiązanie jest dwuetapowe. Pierwszy etap



Rys. 4. Zawartość przykładowego pliku w formacie „string” dla programu Gemcom Surpac [22]
Fig. 4. An example of the file with the data in the string format, Gemcom Surpac [22]

dotyczy sposobu prowadzenia pomiaru. Natomiast drugi etap dotyczy sposobu wczytania danych do programu. Zaproponowano prowadzenie pomiarów od prawej strony do lewej, lub w sposób odwrotny, a każde wyrobisko identyfikowane jest niezależnie poprzez numer poziomu (rys. 5) Dzięki temu sposób numeracji poszczególnych pikiet odbywa się będzie w sposób ciągły i czytelny, co spowoduje znaczące ułatwienie w późniejszej obróbce danych pomiarowych [13].

Tak prowadzone pomiary są odpowiednio kodowane. Taki sposób kodowania pomiarów pozwolił na zautomatyzowanie procesu obróbki danych pomiarowych w specjalnie do tego celu stworzonej prostej aplikacji. Wykorzystanie tak przygotowanej numeracji pozwala na zachowanie informacji o stanowisku pomiarowym, co może zostać wykorzystane w celu odtworzenia punktów osnowy pomiarowej i przypisanie obserwacji do bazy danych. Kolejnym argumentem przemawiającym za skutecznością proponowanej metody numerowania jest możliwość przerwania prowadzenia pomiarów danej krawędzi frontu eksploatacyjnego w przypadku utraty wizury i kontynuację pomiaru z innego stanowiska. Takie postępowanie po obróbce danych pozwala na stworzenie pliku w formacie zapewniającym ciągłość mierzonego elementu liniowego. Przygotowany w ten sposób plik z łatwością może zostać wczytany do oprogramowania Gemcom Surpac, pozwalając na prowadzenie dalszych analiz i prac związanych z czynnościami wykonywanymi przez geodetę górniczego. Przedstawiona metoda może okazać się



Rys. 5. Sposób prowadzenia pomiarów metodą „od strony lewej do prawej” [13]
Fig. 5. Measurements done from the left side to the right side [13]

również skuteczna w przypadku pozyskiwania danych z już istniejących materiałów, np. map. Tak przygotowane dane zostały wykorzystane do dalszych badań.

Praca w programie Surpac

Praca w programie Surpac zaprezentowana została na przykładzie realizacji następujących zadań: obliczenie współ-

Tab. 1. Sposób kodowania pomiarów inwentaryzacyjnych
Tab. 1. An example of the measurements coding

Stanowisko	Poziom eksploatacyjny	1- dół ściany 2 – góra ściany	Kolejny numer pikiety
5	2	1	0001

rzędnych i wyrównanie osnowy, opracowanie numerycznego modelu terenu, obliczenie objętości wybranej partii złoża, przygotowanie danych do tyczenia.

Obliczenie współrzędnych punktów osnowy i jej wyrównanie

W oparciu o punkty nawiązania zawarte w bazie danych możliwe jest obliczenie współrzędnych.. W tym celu konieczne było stworzenia bazy danych z punktami osnowy podstawowej (rys. 6).Następnie przystąpiono do wprowadzenia wszystkich informacji dotyczących pomiarów: odległości, kątów poziomych i pionowych, odległości skośnych.

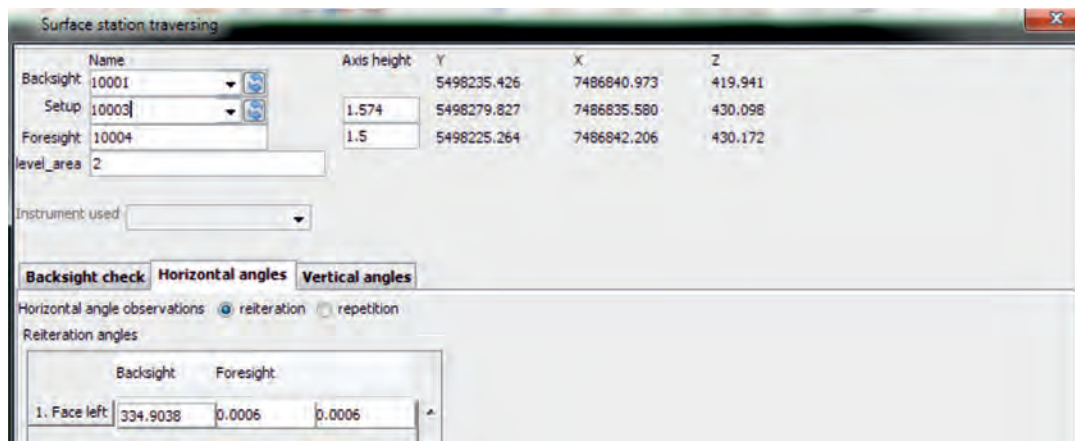
Program Gemcom Surpac posiada również moduł do wyrównywania ścisłego osnowy geodezyjnej znajdującej się na terenie zakładu górniczego. Zawartość modułu jest bardzo rozbudowana. Obsługa jest intuicyjna i przyjazna użytkownikowi. Jest to ważne, ponieważ w związku z prowadzeniem ruchu zakładu górniczego punkty ulegają zniszczeniu lub uszkodzeniu, co następnie wiąże się z koniecznością ponownego wyrównania osnowy. Niektóre stanowiska lub całe ciągi pomiarowe zakładane są tymczasowo. Po wykonanym pomiarze konieczne jest ich wyrównanie i powiązania z istniejącymi punktami.

W pierwszej kolejności wprowadza się meta dane o przeprowadzonym wyrównaniu oraz do modułu pozwalającego na przeprowadzenie wyrównania wprowadza się: stanowiska, kierunki lub kąty, odległości oraz kąty wertykalne. Użytkownik decyduje czy chce wyrównać osnowę sytuacyjnie czy w sposób 3D (rys. 7).

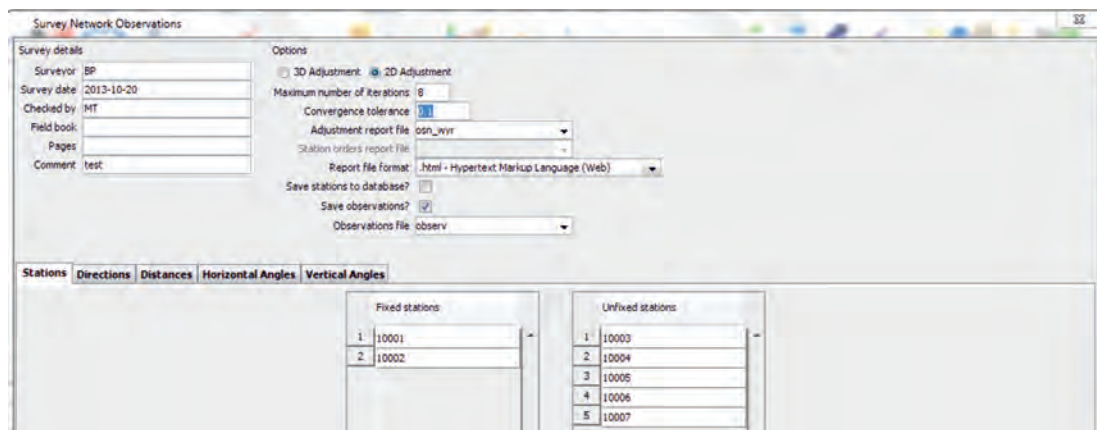
W przypadku wprowadzania wartości kątowych, osoba wprowadzająca dane ma wybór, jakie wartości chce wprowadzić (czy będą to kąty, czy tylko kierunki). Rozwiązanie tego typu stosowane jest w większości znanych programów do obliczeń geodezyjnych. Podczas wprowadzania odległości, można wprowadzić również wysokości stanowiska i celu, a program sam przeliczy przewyższenia i odległości płaskie. Opcja jest dostępna podczas wyrównywania osnowy. Użytkownik ma możliwość zdefiniowania liczby iteracji, jakie ma wykonać program podczas wyrównania oraz dokładności wyznaczenia położenia punktu. W sposób znaczący ogranicza to czas procesu wyrównywania sieci. Po zakończeniu czynności program generuje raport. Wyrównania sieci geodezyjnej metodą najmniejszych kwadratów jest bardzo proste i intuicyjne.

Tworzenie numerycznego modelu terenu oraz jego opracowanie

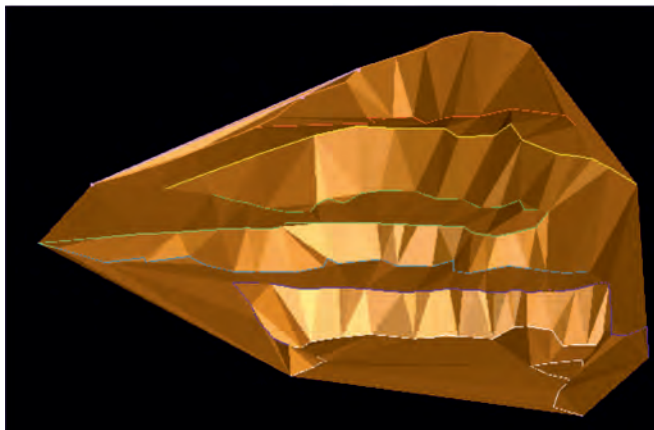
Oprogramowanie Surpac Minex pozwala również na tworzenie numerycznego modelu terenu, zarówno z obiektów



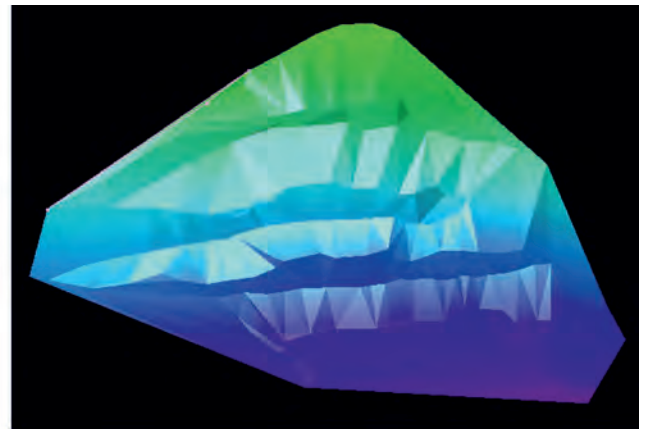
Rys. 6. Obliczenia stanowisk w programie Gemcom Surpac
Fig. 6. Surface station traversing in the Gemcom Surpac



Rys. 7. Moduł wyrównania
Fig. 7. Adjustment module



a)



b)

Rys. 8. a) Wyrobiska górnicze 3D, b) wizualizacja poziomów eksploatacyjnych przy użyciu gradientu kolorów
Fig. 8. a) Query in 3D, b) visualization of the query with the use of color gradient

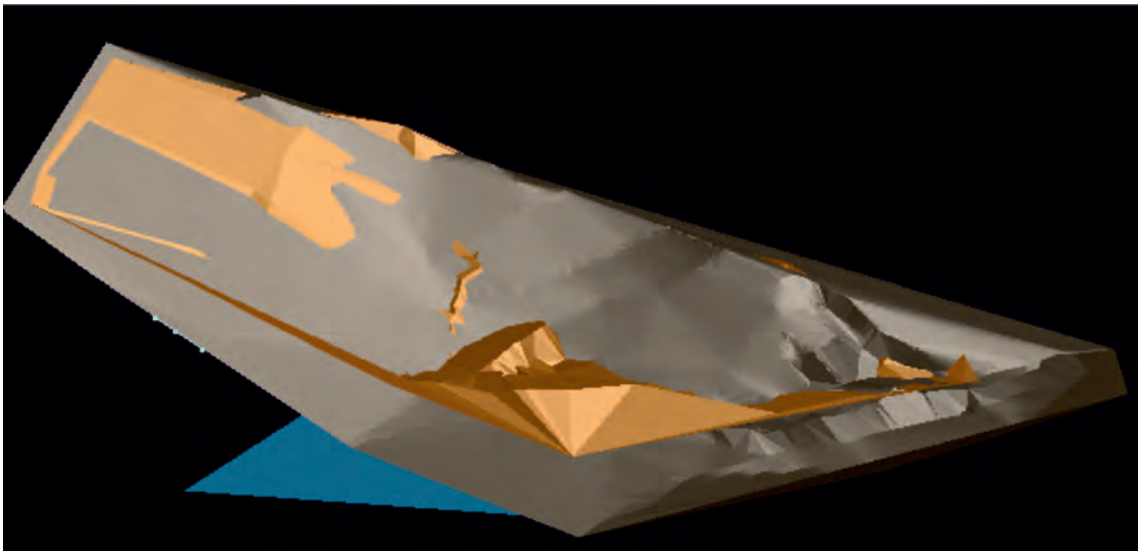
liniowych, jak i pojedynczych punktów. Oprogramowanie domyślnie podczas obliczania siatki trójkątów przeprowadza test przerwanych linii (Break Line test), który umożliwia bardziej dokładne odwzorowanie przestrzeni. W przypadku dużych powierzchni można ograniczyć zasięg przeprowadzanej interpolacji punktów. Promień poszukiwania punktów definiowany jest przez użytkownika. Po zdefiniowaniu parametrów można przystąpić do wygenerowania przestrzennego modelu dowolnej powierzchni (rys. 8).

Wyniki obserwacji prowadzonych w kopalni odkrywkowej oraz udostępnione przez przedsiębiorcę dane pozwoliły na zbudowanie czterech powierzchni: powierzchnia terenu

(w 2007 oraz 2012 roku), powierzchnia stropu i spągu złoża. Powierzchnie te zostały wykorzystane do dalszych analiz m.in. do obliczenia objętości mas ziemnych.

Obliczanie objętości na podstawie numerycznego modelu terenu

Obliczanie objętości mas ziemnych jest podstawowym zadaniem działu mierniczego w każdym zakładzie górniczym. Wynika to z konieczności prowadzenia bilansów wydobycia surowca. Program Surpac Minex posiada specjalny moduł pozwalający na obliczenie objętości pomiędzy numerycznymi



Rys. 9. Numeryczne modele terenu: spąg pokładu, stan pierwotny i stan na dzień pomiarów
Fig. 9. DTM of the strata floor: primary geometry and actual

The dialog box 'Surface to surface DTM volumes' contains the following settings:

- Number of DTMs for volume:** Upper and lower DTM surfaces
- Define first DTM with object and trisolation:**
 - Location: c_dol
 - Object ID: 3
 - Trisolation ID: 1
- Define second DTM with object and trisolation:**
 - Location: c_pierw
 - Object ID: 1
 - Trisolation ID: 1
- Define the boundary string:**
 - Use a boundary string
 - Location: gr
 - String number: 3
- Quality parameters for volume calculations:**
 - Use 1 quality parameter
- Define reporting parameters:**
 - Decimals: 0
 - Density: 2.63
 - Detailed report
 - Report by elevation
 - Range: 10

Rys. 10. Parametry obliczania objętości między płaszczyznami
Fig. 10. Parameters of the volume calculation

modelami terenu, czyli w sposób bliski klasycznemu rozwiązaniu, które jest najczęściej stosowane w geodezyjnym obliczaniu mas. Jego działanie zostanie przedstawione na podstawie czterech wygenerowanych płaszczyzn: spągu złoża, stropu złoża, stanu terenu z roku 2007 oraz DTM'u utworzonego na potrzeby opracowania z dnia 20.10.2012 r. (rys. 9).

Pierwszym etapem pracy było określenie mas skalnych pomiędzy płaszczyznami nieprzecinającymi się, jakimi są spąg złoża i stan pierwotny stropu. Analiza ta pozwoliła na oszacowanie całkowitej objętości zasobów, które zakłada się wydobyć w rejonie badań. Płaszczyzny stropu i spągu są powierzchniami nieprzecinającymi się. W celu obliczenia objętości pomiędzy tymi płaszczyznami wykorzystano funkcję *Net volume between DTMs*. Określona została dolna i górna płaszczyzna oraz granice

analizowanego obszaru (rys. 10).

W analizowanym przypadku została podana masa właściwa złoża. Objętość pomiędzy płaszczyznami wyniosła 737423 m³ (rys. 11).

Druga analiza dotyczyła obliczenia objętości złoża wydobytej w okresie 2007-2012. Obliczenia zostały wykonane pomiędzy stanem pierwotnym z roku 2007, a pomiarem do celów projektowych z końca roku 2012. Zostały one jednak ograniczone do wysokości 475 m, czyli do najwyższego punktu obecnego rozcięcia złoża. Do przeprowadzenia tej analizy wykorzystana została funkcja *Cut and Fill between DTMs*. Objętość wydobytych mas została obliczona na poziomie 37294 m³. Przeprowadzone analizy dowiodły prostoty wykonywanych operacji.


```

Upper surface: c_pierw.dtm
Upper surface object ID: 1
Upper surface trisolation ID: 1
Lower surface: c_dol.dtm
Lower surface object ID: 3
Lower surface trisolation ID: 1

Boundary file: gr.str
Boundary string: 2
Number of segments: 1
Density: 2.63
Elevation range: 420,500

Segment Number 1 of 1
Density : 2.630
Surface to surface volume : 737423
Nett Tonnage : 1939422
Boundary string horizontal area check : 19646
Total surface area : 41887

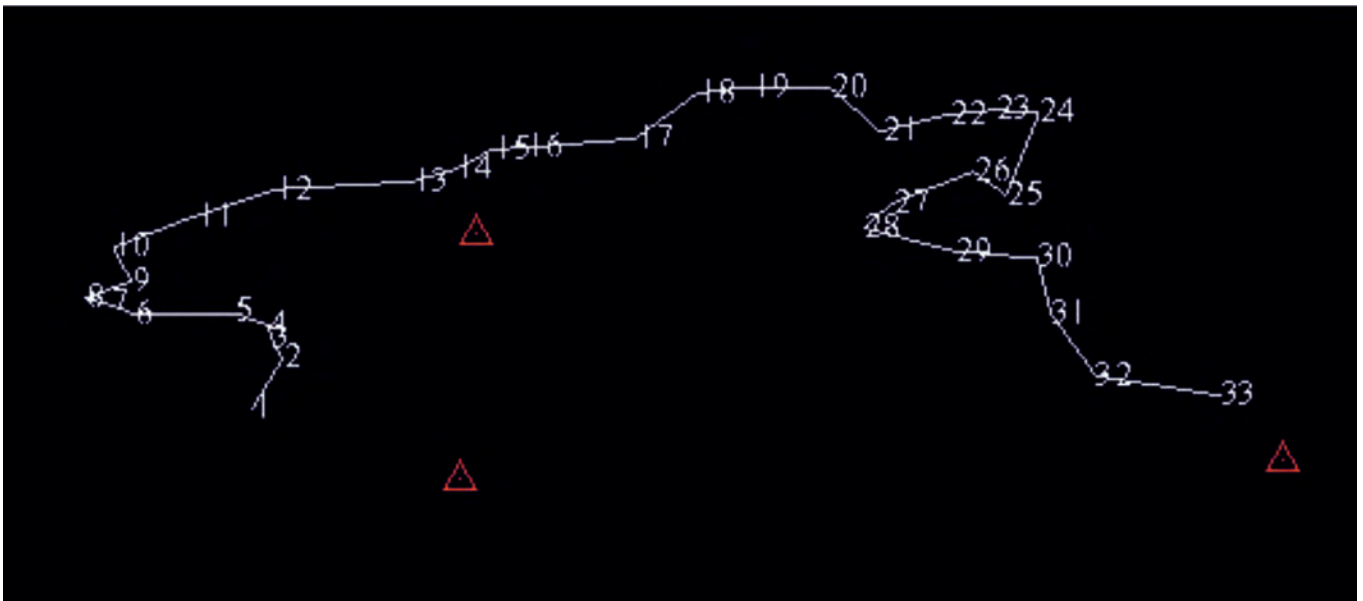
```

Rys. 11. Fragment raportu obliczenia objętości pomiędzy płaszczyznami: spągu i pierwotną

Fig. 11. Report on the volume calculation between two layers: strata floor and strata roof

Podsumowująca ocena funkcjonalności modułu Survey

Oprogramowanie GemcomSurpac pokazuje zupełnie nowe podejście do zarządzania pomiarami w odkrywkowych zakładach górniczych. Słowo zarządzanie nie odnosi się w tym przypadku tylko do wydawania decyzji odnośnie wykorzystywania sprzętu, zadań wykonywanych przez personel Działu Mierniczego ale do prowadzenia bazy danych pomiarowych i integralnej współpracy ze wszystkimi działami zakładu górniczego. Program przy pomocy odpowiednich narzędzi pozwala na przechowywanie i przeglądanie wszelkich informacji o przeprowadzonych kampaniach pomiarowych, zawierając wszelkie informacje znajdujące się w dokumentacji mierniczej. Prowadzenie w sposób systematyczny takiego zbioru informacji pozwala na wielokrotny powrót do przeprowadzonych pomiarów. Wykorzystując możliwości oferowane przez producenta oprogramowania geodeta górniczy jest w stanie w każdym momencie podjąć decyzję o ponownym wyrównaniu osnowy. Nie ma konieczności przenoszenia informacji pomiędzy różnymi programami geodezyjnymi lub instrumentami ponieważ wszelkie dane znajdują się w archiwum programu Surpac. W przypadku pracy w sieci komputerowej jest ono dostępne z dowolnej lokalizacji. Z łatwością można również przygotowywać dokumenty do tyczenia obiektów podczas realizacji inwestycji



Rys. 12. Linia do wyniesienia w teren wraz z punktami osnowy

Fig. 12. Line and stations ready for stakeout

Przygotowanie danych do tyczenia

Bieżąca obsługa ruchu zakładu górniczego wymaga tyczenia. Wszystkie opracowania projektowe wykonane w oprogramowaniu Surpac, mogą być przekazane do prac realizacyjnych z gotową dokumentacją wyniesienia w teren. Dane do tyczenia mogą służyć do lokalizacji sytuacyjno – wysokościowej obiektów lub do określenia nachyleń zbczy stoków (rys. 12).

Do wszystkich niezbędnych elementów do tyczenia oprogramowanie automatycznie generuje raport tyczenia. Dziennik tyczenia w formacie *.csv. może być bezpośrednio zaimportowany do tachimetru lub zestawu GPS. Dzięki takiemu rozwiązaniu każdy element zdefiniowany w programie, geodeta jest w stanie bezzwłocznie wynieść w teren.

w obszarze, bądź terenie górniczym. Istnieje możliwość wykonania analiz i obliczeń na dowolny okres.

Program Surpac charakteryzuje się bardzo dużą spójnością danych. Możliwy jest import wielu formatów, co znacząco wpływa na funkcjonalność. Dzięki zaimplementowaniu wielu zaawansowanych modułów jest on w stanie zastąpić większość rozwiązań o podobnych profilach, jednak z większym ukierunkowaniem na prace specjalistyczne. Surpac może być wykorzystany przez wiele działów zachowując spójność danych oraz zapewnić bieżące przesyłanie informacji do pozostałych jednostek, z którymi współpracują. Stanowi to zabezpieczenie przed możliwymi problemami w procesie projektowania lub prowadzenia ruchu.

Praca z programem Surpac jest bardzo ergonomiczna i przejrzysta. Wynika to z przyjaznego użytkownikowi interfejsu

programu. Podczas prowadzonego projektu program nie stwarzał większych problemów, zwłaszcza jeżeli mówi się o imporcie danych, co w tym przypadku powodowało największe obawy ze względu na różnorodne pochodzenie wykorzystywanych informacji.

Oprogramowanie nie jest pozbawione wad. Jest ono nie w pełni przystosowane do warunków prawnych obowiązujących w Polsce. Dostosowanie programu do polskich norm lub często zmieniających się przepisów może generować problemy.

Bogactwo informacji, jakie można przechowywać w bazach danych, łatwy dostęp i możliwość ich wizualizacji powodują że program Surpac Minex jest bardzo interesującym programem. Natomiast w przypadku wielu małych zakładów odkrywkowych może to być nadal zdecydowanie zbyt kompleksowe narzędzie.

*Niniejsze badania zostały sfinansowane ze środków finansowych Grantu na Badania Statutowe
Akademia Górniczo – Hutnicza im. Stanisława Staszica w Krakowie nr 11.11.150 .195.*

Literatura

- [1] Banaś B., Wachelka L., *Weryfikacja zasobów geologicznych złoża molibdenowo-wolframowo-miedziowego w Myszkowie na bazie przestrzennego modelu geologicznego*. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej: Szkoła XVII, 2008
- [2] Benham, A.J.; Kessler, H., *Use of 3D visualisation techniques to identify minimal impact sand and gravel extraction sites*. In: *Sustainable development indicators in the minerals industry*. Aachen International Mining Symposia : second international conference : [proceedings]. Essen, Germany 2005
- [3] Bukeikhanov D. G., *Modeling Principles at Development of Computer – Aided Design in Ore Mine. Mine Planning and Equipment Selection*. Proceedings of the 22nd MPES Conference, Dresden, Germany, 14th – 19th October 2013
- [4] Duczmal M., *Wstępna ocena kopalin towarzyszących z złożu węgla brunatnego*. *Górnictwo Odkrywkowe* nr 7, 2007
- [5] Hassan S. A., Schunnesson H., Greberg J., Gustafson A., *Transition from Surface to Underground Mining in the Arctic Region: A Case Study from Svartliden Gold Mine, Sweden*. Mine Planning and Equipment Selection, Proceedings of the 22nd MPES Conference, Dresden, Germany, 14th – 19th October 2013
- [6] Hejmanowski R., *Graficzna projekcja danych dla celów efektywnego projektowania eksploatacji górniczej w warunkach ochrony powierzchni*. Prace Naukowe Głównego Instytutu Górnictwa. Seria Konferencje. nr 30. Katowice, 1999
- [7] Jurdziak L., *Rozwój oprogramowania dla działalności geologicznej i górniczej w krajach Unii Europejskiej*. Konferencja z cyklu Wykorzystanie Zasobów Złóż Kopalin Użytecznych : VII, 2000
- [8] Kasztelewicz Z., Szamałek A., Czaplicki P., Czyż J., *Nowoczesne narzędzia informatyczne wspomagające prace projektowe*. Kwartalny Biuletyn Informacyjny „Węgiel Brunatny” No. 3/56, 2006
- [9] Łobejko J., Szot M., Sypniowski S., *Harmonogram robót przygotowawczych w LW „Bogdanka” S.A*. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej : Szkoła XXI, 2012
- [10] Melnik V., Gądek A., Boutnew K., *Wdrożenie systemu MineScape w „Kombinacie Górniczo-Hutniczym Kolskaya GMK”*. Materiały Szkoły Eksploatacji Podziemnej: Szkoła XXII, 2013
- [11] Pielok J., *Geodezja Górnicza*. Wydawnictwo AGH, Kraków 2011
- [12] Polskie Normy ICS. 73.020.
- [13] Postrożny B.: *Możliwości wykorzystania programu Surpac Minex przy zarządzaniu pomiarami w kopalniach odkrywkowych*. Praca dyplomowa (niepubl.), Kraków 2013
- [14] Prawo Górnicze i Geologiczne. Ustawa Prawo Górnicze i Geologiczne z dnia 9 czerwca 2011
- [15] Skowronek A., *Zastosowanie oprogramowania SURPAC do celów górniczo-geologicznej obsługi złóż*. *Górnictwo Odkrywkowe*, nr 2-3, 2000
- [16] Sośniak E., Gądek A., Frankowski R., *Zastosowanie oprogramowania Mincom- MineScape do planowania robót górniczych w oparciu o numeryczne modele złoża*. *Górnictwo Odkrywkowe* nr 5-6, 2007
- [17] Szczerbowski Z., Boruchowski M., *Propozycja wykorzystania systemu GemcomSurpac w dokumentowaniu i analizie geodanych na przykładzie Kopalni Soli „Wieliczka”*. *Przegląd Górniczy*, T. 66, nr 10, 2010,
- [18] Żwirski T., *Aplikacja nowoczesnego systemu informatycznego dla efektywnej gospodarki złożem w kopalni węgla brunatnego na przykładzie BOT KWB Turów SA*. Kwartalny Biuletyn Informacyjny „Węgiel Brunatny”. 1/54, 2006

Źródła internetowe

- [19] <http://www.mitraismining.com/solutions/minescape/default.aspx>(maj, 2014)
- [20] <http://www.maptek.com/products/vulcan/>(maj, 2014)
- [21] <http://www.gemcomsoftware.com/> (maj, 2014)
- [22] <http://www.trimble.com/> (maj, 2014)