

Wojciech JAŚKOWSKI, Mieczysław JÓŻWIK
Akademia Górniczo-Hutnicza, Kraków

WYNIKI BADAŃ SKANERA Z DALMIERZEM LASEROWYM DISTO

Streszczenie. W artykule przedstawiono budowę i zasadę działania prototypu skanera z dalmierzem laserowym DISTO zbudowanym w Katedrze Geodezji Górniczej AGH. Zastosowano go do pomiarów profili poziomych i pionowych wyrobisk górniczych.

RESULTS OF SCANNER DISTO LASER DISTANCE METER INVESTIGATION

Summary. The construction and a use of scanner with DISTO laser distance meter prototype that was created in Department of Mine Surveying is presented in the paper. It was applied for measurements of vertical and horizontal mining excretion profile.

1. Wprowadzenie

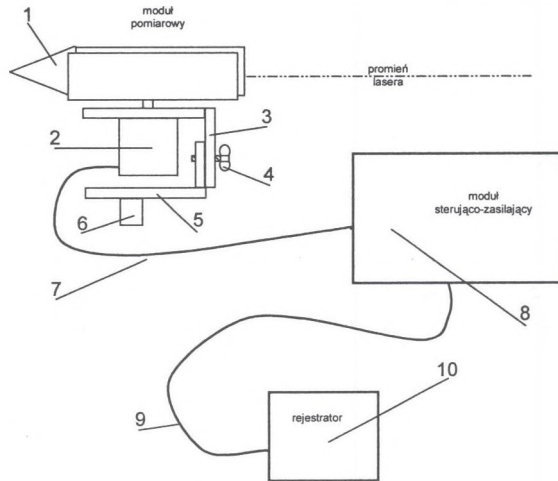
Coraz częściej w geodezji stosuje się różnego rodzaju skanery laserowe, które automatycznie realizują pomiary wybranych obiektów metodą biegunową. Podejmowane są także próby ich zastosowania w geodezji górniczej [6], szczególnie w inwentaryzacji komór górniczych. Dotychczasowe doświadczenia [7] wykazały, że zastosowania takie są możliwe. Pomiary skanerami lub tachimetrami skanującymi są wykonywane szybko i dokładnie. Dużym problemem do rozwiązania jest opracowanie wyników pomiarów, liczba których w zależności od wielkości obiektu, jest ogromna. Można stwierdzić, że nie wszystkie są potrzebne i wykorzystywane. Nadmiar danych utrudnia ich opracowanie. Uzyskiwanie prostszych niż przestrzenne obrazów obiektów, takich jak profile poziome i pionowe w wielu wypadkach wydaje się bardziej celowe i przydatne [1], [2], [4]. Do takich zadań lepiej jest stosować skanery typu 2D, do których zalicza się zbudowany przez autorów prototyp.

2. Budowa i zasada działania prototypu skanera z dalmierzem laserowym DISTO

Konstrukcja skanera to połączenie dalmierza laserowego DISTO plus z silnikiem krokowym sterowanym za pomocą komputera [3].

Skaner służy do pomiarów profili wyrobisk górniczych i innych obiektów, które są wyznaczane jako krawędź przecięcia powierzchni obiektu z płaszczyzną wyznaczaną przez laser dalmierza elektrooptycznego.

Istotą opracowanego rozwiązania było zbudowanie prostego skanera, bazującego na ręcznym dalmierzu laserowym, umożliwiającym przesłanie wyników pomiarów do komputera łączem Bluetooth. Schemat budowy prototypu skanera przedstawiono na rysunku 1.



Rys. 1. Schemat budowy skanera z dalmierzem laserowym obracającym silnikiem krokowym
Fig. 1. Scheme of scanner with engine rotated distance meter laser construction

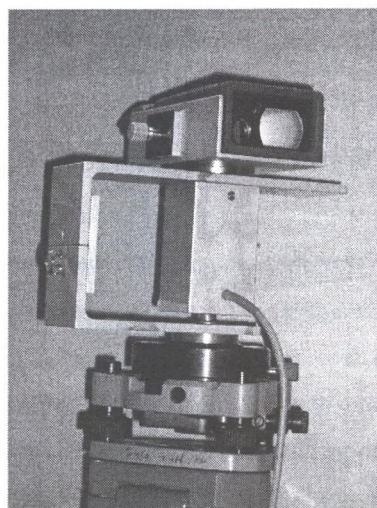
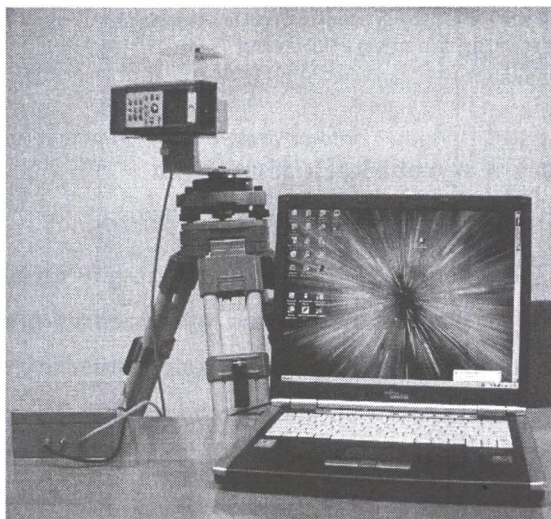
Dalmierz laserowy DISTO (1) zamocowany jest na osi silnika krokowego (2) umieszczonego na ramieniu (3), które za pomocą śruby (4) przymocowane jest do podstawy (5) z bolcem (6), umożliwiającym wstawienie zestawu do spodarki geodezyjnej. Konstrukcja podstawy (5) i ramienia (3) umożliwia ustawienie dalmierza laserowego (1) w płaszczyźnie poziomej lub pionowej. Silnik krokowy (2) połączony jest przewodem (7) z modulem sterująco-zasilającym (8), który jest dalej połączony przewodem (9) z komputerem przenośnym (10). Zbudowany model prototypu skanera przedstawiono na rysunku 2.

Urządzenie składa się z modułu pomiarowego (główicy skanującej) ustawianego w spodarce geodezyjnej na statywie lub specjalnym wysięgniku do pomiarów w szybie, modułu sterująco-zasilającego oraz rejestratora (laptopa).

Konstrukcja urządzenia pozwala na wykonywanie skanowania w płaszczyźnie zarówno poziomej, jak i pionowej. Możliwe jest też uzyskanie dowolnej nachylonej płaszczyzny [3].

Pomiar profili polega na uruchomieniu obrotów dalmierza laserowego silnikiem krokowym poprzez specjalny program sterujący silnikiem oraz pomiarów odległości za pomocą programu DISTO online z klawiatury komputera. Program sterujący silnikiem pozwala obracać dalmierz w zakresie kąta od 0° do 400° z krokiem 1° . Czas pełnego obrotu dalmierza jest programowany przez operatora i może wynosić od 6 s do 400 s.

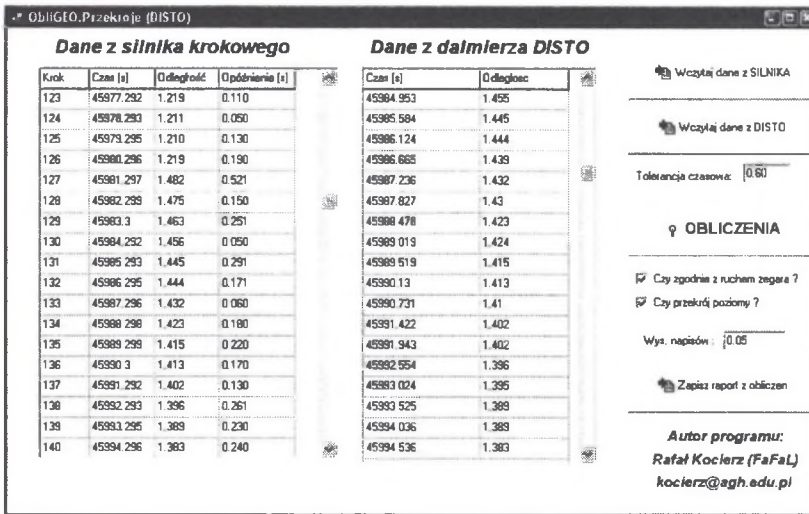
W wyniku pomiarów uzyskuje się dane, zawierające pomierzone odległości, numery kolejnych kroków, w których odległości zostały pomierzone oraz czas zarejestrowania kolejnych wyników. Na tej podstawie w dalszym etapie można wyznaczyć profil obiektu oraz współrzędne punktów na jego obrysie [5].



Rys. 2. Skaner laserowy z dalmierzem DISTO plus w ustawieniu do przekrojów pionowych z rejestratorem (laptopem) z lewej oraz z prawej w ustawieniu do przekrojów poziomych

Fig. 2. Laser scanners with DISTO plus in position for cross section measurements with a recorder (laptop) on the left and for horizontal cross section measurements on the right

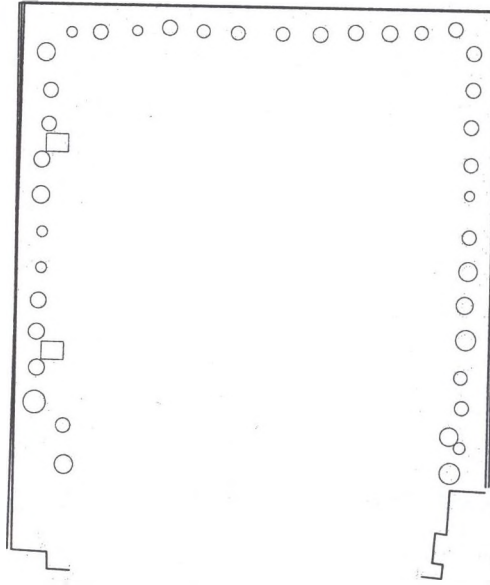
W celu automatyzacji obliczeń wykonanych pomiarów, a także ich graficznego przedstawienia opracowany został program komputerowy ObliGEO. Przekroje (DISTO). Program ten pozwala uzyskać wyniki po zakończeniu skanowania w formie obliczonych współrzędnych punktów leżących na przekroju w układzie stanowiska oraz tworzy plik dxf pozwalający na wizualizację przekroju w programie AutoCad [5].



Rys. 3. Okno dialogowe programu do opracowania danych pomiarowych ze skanowania
 Fig. 3. A program dialogue window for scanning data surveys elaboration

3. Wyniki wstępnych badań skanera w wyrobiskach górniczych

Zbudowany skaner zastosowano w pomiarach przekroju poziomego szybika doświadczalnego w AGH. Jest to szybik o przekroju kwadratowym i wymiarach 2,5 m na 2,5 m ze złożoną strukturą uzbrojenia przy obudowie w postaci kilkunastu rur o średnicy od 80 do 90 mm. Pomiar poziomego profilu poprzecznego wykonano z trzech stanowisk skanera, który ustawiono w szybiku na pomoście na statywie geodezyjnym. Wyniki pomiarów (długości i czasy poszczególnych kroków silnika) były zapisywane na komputerze przenośnym. Do ich opracowania zastosowano program obliczeniowy OblGEO.Przekroje (DISTO) [6], który przez powiązanie danych z dwóch plików – pomiaru długości i czasów obrotu skanera oblicza współrzędne przestrzenne punktów na obudowie oraz tworzy ich obraz w postaci pliku dxf programu AutoCAD. Na rysunku 4 przedstawiono uzyskany z pomiarów profil poziomy szybika.

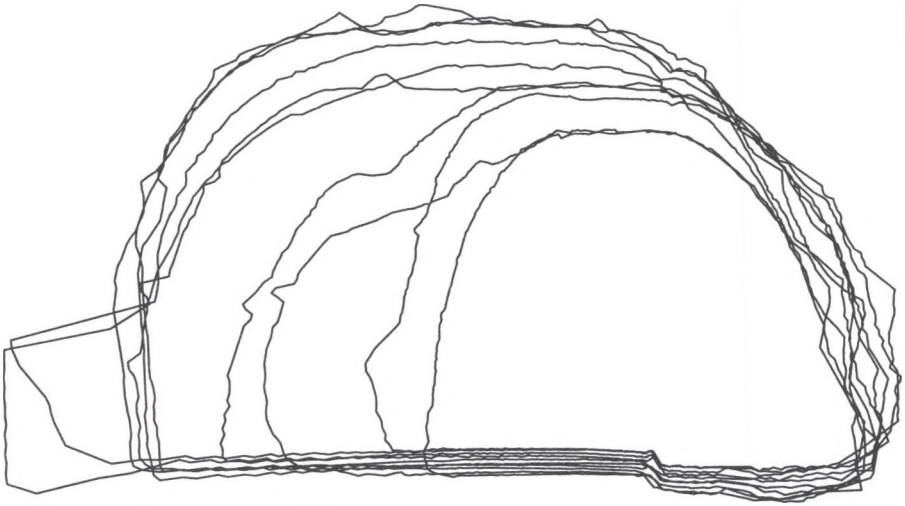


Rys. 4. Profil poziomy szybika

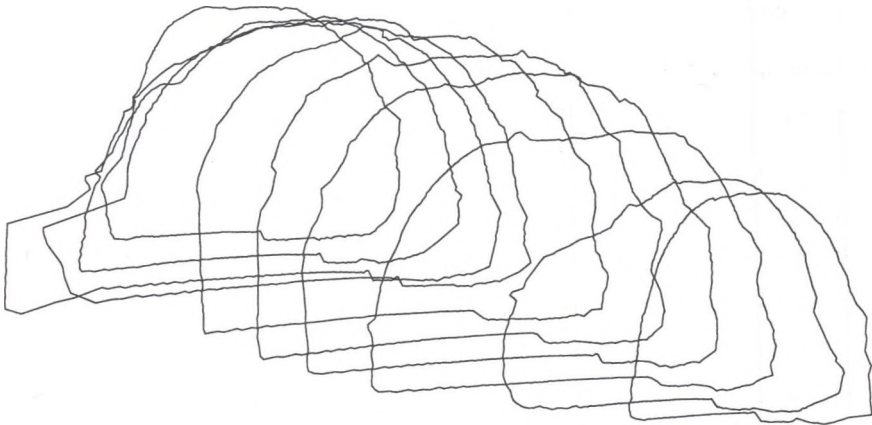
Fig. 4. Horizontal profile of a shaft

Porównanie położenia sytuacyjnego rur przy obudowie oraz ich średnic z wartościami uzyskanymi z pomiarów bezpośrednich wykazało, że maksymalne różnice w położeniu nie przekraczają ± 5 mm, a średnic ± 10 mm. Są to zatem wartości, które wykazują przydatność wykonanego prototypu skanera do pomiarów profili.

Drugim pomierzonym w ramach badań obiektem była podziemna komora górnicza. Wykonano w niej pomiary jednego profilu podłużnego oraz 10 profili poprzecznych. Na rysunku 5 przedstawiono profile poprzeczne. Na rysunku 6 przedstawiono natomiast zestawienie wszystkich profili w widoku przestrzennym, który dobrze ilustruje kształt komory. Wykonanie pomiarów wszystkich profili trwało około 2 godzin. Zastosowanie programu ObliGEO.Przekroje (DISTO) oraz AutoCAD pozwoliło na wizualizację wyników pomiaru po niespełna półtorej godzinie. Podczas wykonywania pomiarów nie wystąpiły żadne problemy techniczne. Również i w tym przypadku można stwierdzić, że prototyp skanera spełnił swoje zadanie.

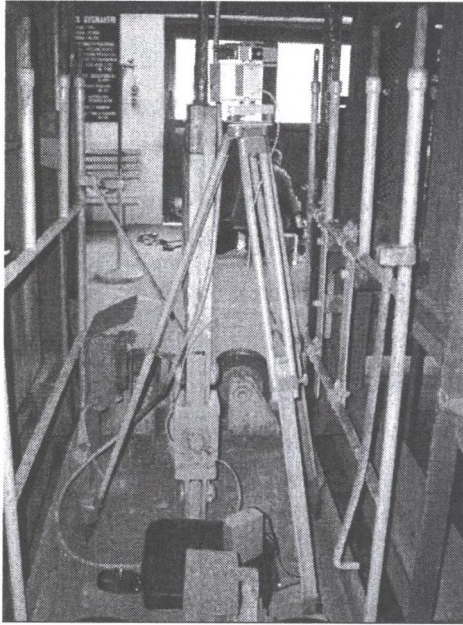


Rys. 5. Profile poprzeczne podziemnej komory górniczej
Fig. 5. A transverse cross section of underground mining chamber

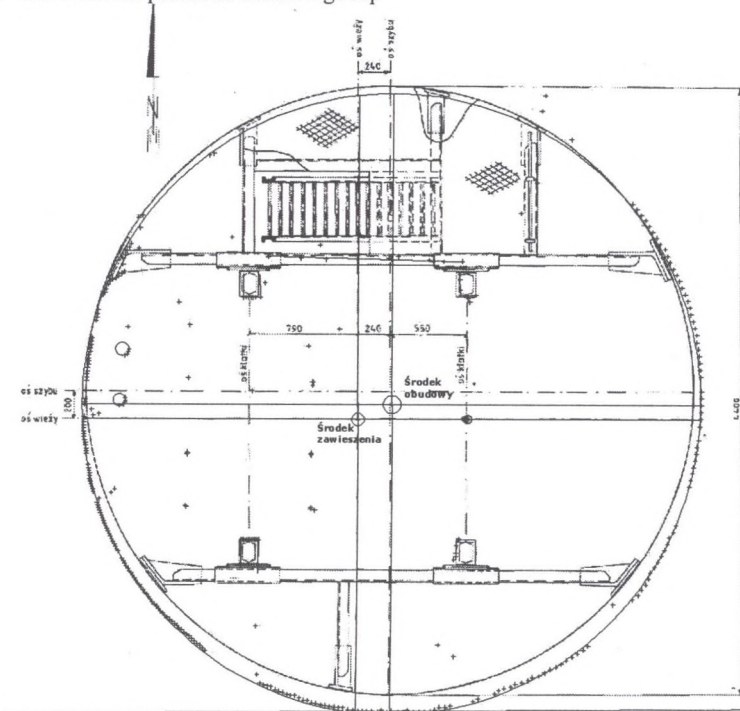


Rys. 6. Widok przestrzenny zestawionych profili poprzecznych podziemnej komory górniczej
Fig. 6. Spatial view combined transverse cross section profiles of underground mining chamber

W ramach badań wykonano również przekrój poziomy szybu Campi KS "Bochnia". Skaner laserowy zamocowany na statywie ustawiono na głowicy klatki szybowej (rys. 7). Zeskanowano przekrój na głębokości 2 m poniżej zębów szybu.



Rys. 7. Skaner laserowy ustawiony na głowicy klatki szypowej
 Fig. 7. Laser scanner placed on a shaft cage cap



Rys. 8. Przekrój poziomy szybu Campi wykonany za pomocą skanera laserowego na tle szkicy tarczy szybu
 Fig. 8. Horizontal cross section of the Campi shaft by laser scanner with target plate background

Podczas opracowania uzyskanych wyników udało się zlokalizować na przekroju płaszczyzny czołowe dwóch przewodników w przedziale, w którym znajdował się skaner, płaszczyzny boczne przewodników z sąsiedniego przedziału, osłonę przedziału drabinowego, dwa rurociągi zamontowane w szybie, linę naczynia wyciągowego sąsiedniego przedziału oraz kształt obudowy szybu. Na podstawie tych zidentyfikowanych elementów wyznaczono punkt środka szybu, promień szybu oraz punkt środka zawieszenia (rys. 8). Uzyskany przekrój porównano następnie ze szkicem projektu tarczy szybu Campi. Na podstawie tego porównania stwierdzono inną niż podaną w projekcie wartość przesunięcia środka zawieszenia w stosunku do środka szybu. Po konsultacji z Działem Mierniczym kopalni okazało się, że uzyskane w wyniku skanowania wartości są prawidłowe i odpowiadają stanowi faktycznemu szybu po jego przebudowie.

4. Wnioski

Wykonane badania wykazały, że w większości przypadków w pomiarach geometrii szybów i wyrobisk górniczych wystarcza zastosowanie prostych skanerów 2D. Zbudowany przez autorów prototyp, oparty na dalmierzu laserowym DISTO, okazał się w pełni przydatny w tego rodzaju pomiarach. Jego zastosowanie okazało się bardzo efektywne czasowo i dokładnościowo wystarczające.

Wykonane badania potwierdziły przydatność skanera laserowego do tego typu pomiarów. Jednak dla określenia pełnego przekroju wyrobisk niezbędne jest wykonanie skanowania z dwóch wzajemnie zorientowanych stanowisk. Do tego celu można wykorzystać wspólne szczegóły zidentyfikowane na profilach zeskanowanych z dwóch stanowisk.

LITERATURA

1. Jaśkowski W., Józwik M.: Koncepcja zastosowania dalmierzy laserowych DISTO w pomiarach rozstawu przewodników szybowych. VIII Dni Miernictwa Górniczego i Ochrony Terenów Górniczych, Ustroń 2005.
2. Jaśkowski W.: Koncepcja Modułarnego Systemu Pomiarowego do inwentaryzacji szybów górniczych. „Geodezja” półrocznik AGH, tom 12, zeszyt 2/1, Kraków 2006.
3. Jaśkowski W., Józwik M.: Urządzenie do pomiarów profili wyrobisk górniczych Zgłoszenie wzoru użytkowego RN-wlp-1/192/06/69 z dnia 16/11/2006.

4. Józwik M.: Optymalizacja pomiarów wyrobisk podziemnych z zastosowaniem dalmierza laserowego DISTO. IV KNT „Problemy automatyzacji w Geodezji Inżynierskiej”, Warszawa 1999.
5. Kocierz R.: Program komputerowy ObliGEO. Przekroje (DISTO).
6. Maciaszek J., Gawałkiewicz R.: Przyrządy laserowe na usługach geodezji górniczej. WUG nr 4/2003, Katowice 2003.
7. Maciaszek J., Gawałkiewicz R.: Zastosowanie skanowania laserowego w diagnostyce obiektów podlegających wpływom eksploatacji górniczej. Geodezja półrocznik AGH, tom 12, zeszyt 2/1, Kraków 2006.

Artykuł opracowano w ramach realizacji badań statutowych nr 11.11.150.652.

Recenzent: Dr hab. inż. Jan Białek, prof. w Pol. Śl.