Prace Instytutu Mechaniki Górotworu PAN
Tom 7, nr 1-2, (2005), s. 13-18
© Instytut Mechaniki Górotworu PAN

Górniczy Profilometr Laserowy GPL-1

Andrzej Krach, Wacław Trutwin

Instytut Mechaniki Górotworu PAN, ul. Reymonta 27; 30-059 Kraków

Streszczenie

W artykule przedstawiono budowę i działanie profilometru z dalmierzem laserowym, przeznaczonego do pomiaru pola przekroju wyrobiska kopalnianego, kontroli odkształceń profilu przekroju wyrobiska a także do pomiarów odległości i kątów. Podano opis budowy i zadania poszczególnych elementów składowych profilometru.

Słowa kluczowe: profilometria wyrobisk, wentylacja kopalń, pomiar strumienia objętości powietrza w wyrobiskach

1. Wstęp

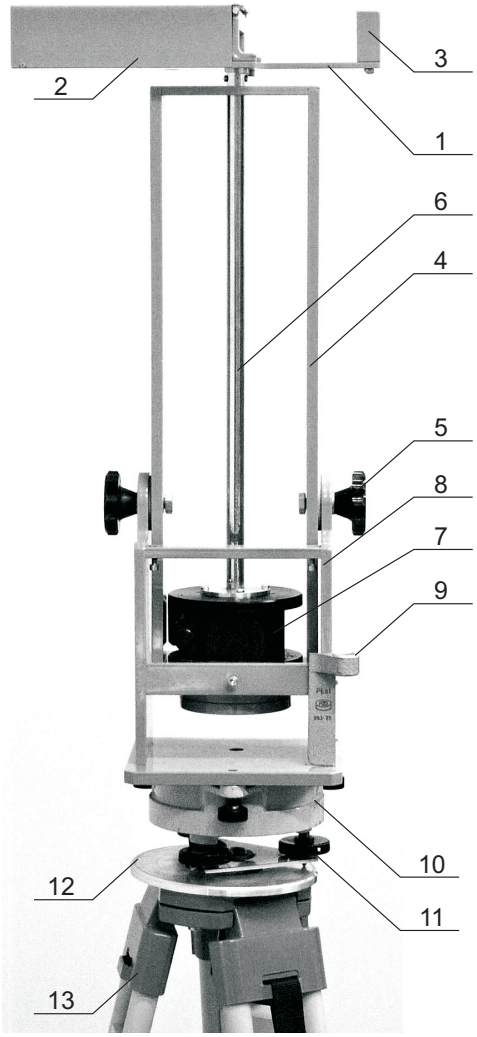
Jednym z ważniejszych pomiarów w dziedzinie wentylacji kopalń jest pomiar strumienia powietrza. Najczęściej stosowaną metodą tego pomiaru jest wyznaczenie strumienia objętości powietrza jako iloczynu powierzchni przekroju poprzecznego wyrobiska i średniej prędkości powietrza przepływającego przez ten przekrój. Do wyznaczenia pola przekroju wyrobiska stosowane są różnego typu profilometry. Zagadnienia związane z profilometrią górniczą rozpatrywane są obszernie w artykule W. Trutwina (2004). Przedstawiono tam między innymi zasadę działania profilometru z dalmierzem laserowym. Temat ten został rozwinięty w artykule A. Kracha i W. Trutwina (2004), gdzie bardziej szczegółowo przedstawiono zasadę działania i możliwości zastosowania profilometru z dalmierzem laserowym w wentylacyjnych pomiarach kopalnianych. Podano wzory do obliczania pola powierzchni na podstawie zmierzonych odległości od osi obrotu dalmierza laserowego do ścian ograniczających wyrobisko przy zadanych kątach obrotu dalmierza. Zamieszczono schematy blokowe przedstawiający budowę i zasadę działania przyrządu. Pokazano również schemat blokowy układu elektrycznego profilometru. Wymienione prace oraz dalsze działania prowadzone w tym temacie pozwoliły na zaprojektowanie i wykonanie modelowego profilometru z dalmierzem laserowym.

2. Budowa i działanie modelowego profilometru

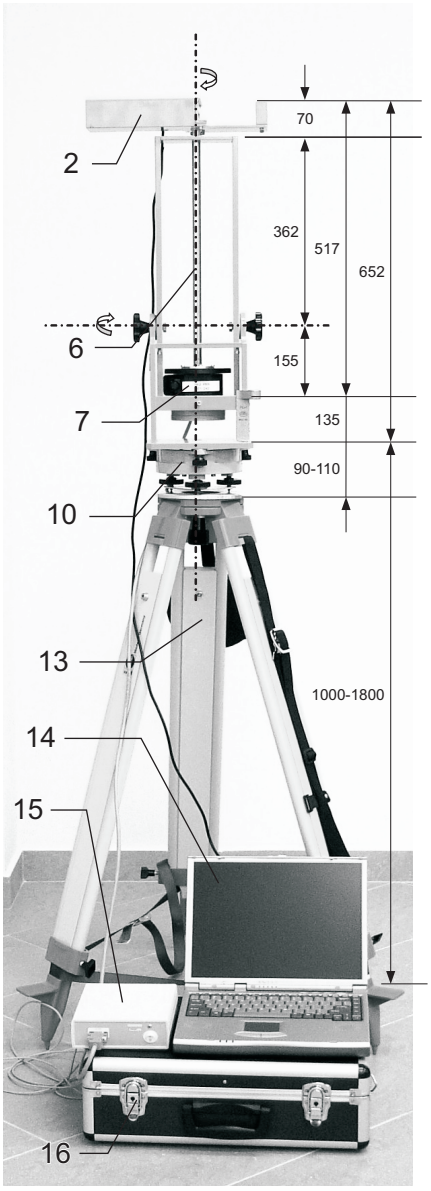
Profilometr z dalmierzem laserowym skanuje profil wyrobiska w płaszczyźnie przekroju prostopadłej do osi obrotu dalmierza. Promień dalmierza laserowego obraca się o zadane przyrosty kąta i dalmierz wykonuje kolejne pomiary odległości od osi obrotu do ścian ograniczających wyrobisko. Zmierzone odległości i zadane kąty obrotu umożliwiają obliczenie pola powierzchni jako sumy pól wycinków kół lub sumy pól trójkątów. W konstrukcji modelowego profilometru wykorzystano gotowe podzespoły:

- dalmierz laserowy DISTO pro^4 a, firmy Leica Geosystems, z programem do transmisji danych,
- stolik obrotowy M19-01 z silnikiem krokowym, firmy Cobrabid-Optica Sp. z o.o, z sterownikiem 1-kanałowym z interfejsem RS232 i programem sterującym pod Windows,
- komputer (notebook) z programem sterującym pomiarem i z portami RS232 i USB.

Budowa profilometru laserowego przedstawiona jest na Rys. 1.

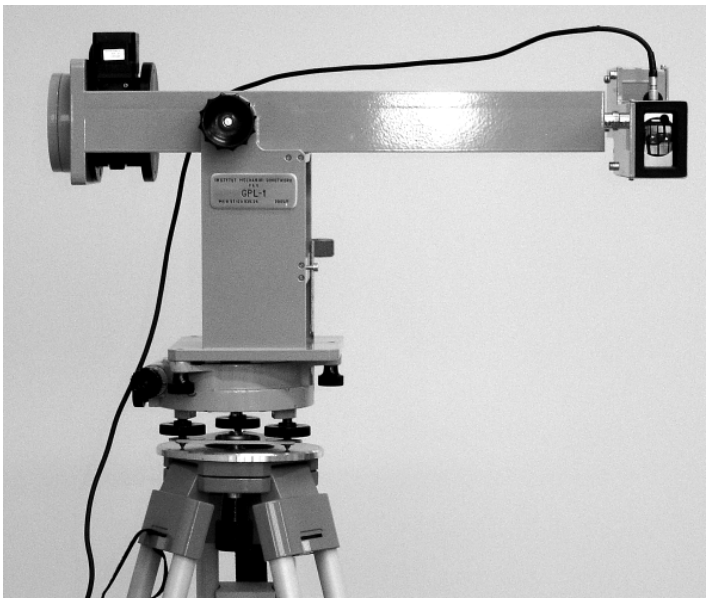


Rys. 1. Górniczy Profilometr Laserowy GPL-1.
Oznaczenia: 1 – podstawa głowicy profilometru, 2 – dalmierz laserowy z osłoną, 3 – przeciwwaga, 4 – ramię obrotowe, 5 – pokrętło aretujące, 6 – oś, 7 – stolik obrotowy z silnikiem krokowym, 8 – podstawa, 9 – poziomnica, 10 – spodarka, 11 – pokrętło poziomujące, 12 – głowica statywu, 13 – statyw

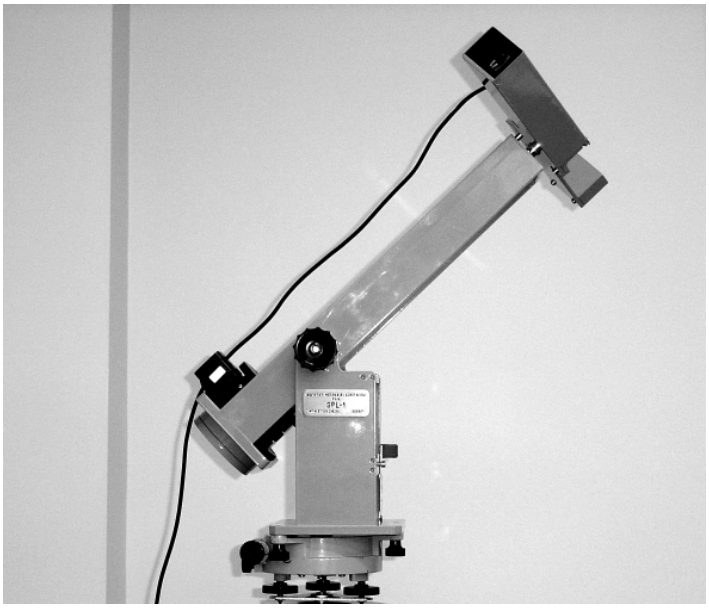


Rys. 2. Widok Górniczego Profilometru Laserowego GPL z wymiarami.
Oznaczenia: 2 – dalmierz laserowy, 6 – oś obrotu dalmierza, 7 – stolik obrotowy z silnikiem krokowym, 10 – spodarka, 13 – statyw mierniczy, 146 – komputer (notebook), 15 – sterownik silnika krokowego, 16 – walizka transportowa komputera, kabli

Skanowanie profilu zrealizowane jest przez zastosowanie obrotowej głowicy (1) z dalmierzem laserowym (2), napędzanej stolikiem obrotowym z silnikiem krokowym (7) za pośrednictwem osi (6). Głowica, umieszczona na końcu osi łączącej głowicę ze stolikiem obrotowym ukształtowana jest tak, aby promień lasera dalmierza przymocowanego do płyty podstawy głowicy, leżał na przecięciu płaszczyzny przechodzącej przez oś i płaszczyzny prostopadłej do osi. Głowica, pokazana na Rys. 1, 3 i 4 posiada odchylaną obudowę osłaniającą dalmierz DISTO (2) oraz przeciwwagę (3), równoważącą ciężar dalmierza.



Rys. 3. Głowica pomiarowa w położeniu do skanowania profilu przekroju pionowego, dalmierz w położeniu poziomym

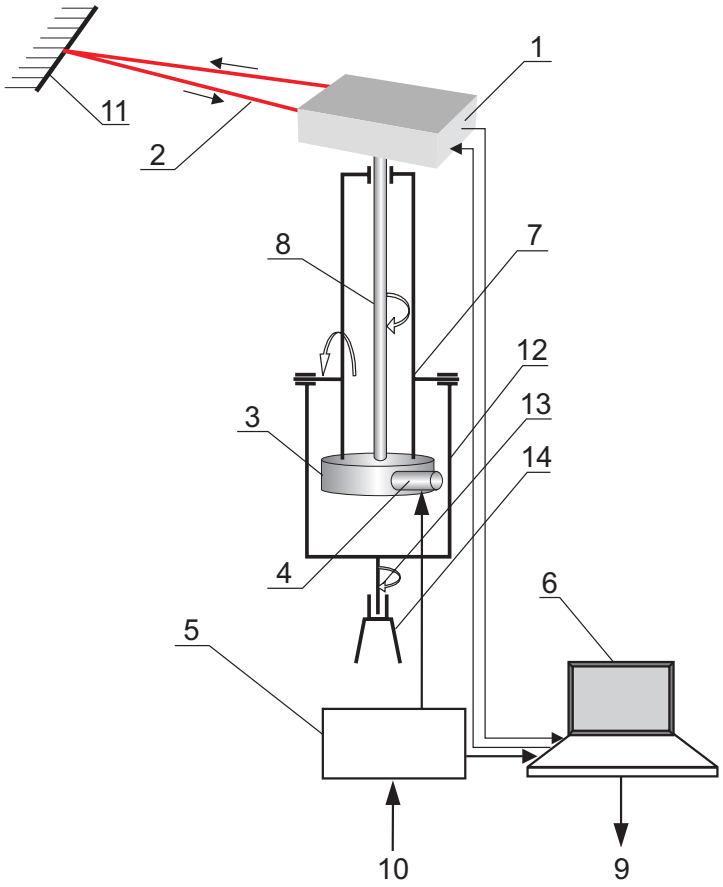


Rys. 4. Głowica pomiarowa w położeniu do skanowania profilu przekroju nachylonego, dalmierz w położeniu nachylonym

Silnik krokowy, oś z głowicą umieszczone są w ramie, tworzącej obrotowe ramię (4) zamocowane w podstawie (8) i aretowanej pokrętłami (5). Konstrukcja taka daje możliwość skanowania profilu w płaszczyznach nachylonych pod różnymi kątami (Rys. 4). Poziomowanie podstawy profilometru i jej obrót możliwy jest dzięki zastosowaniu między głowicą statywu (12) a podstawą profilometru spodarki geodezyjnej (10).

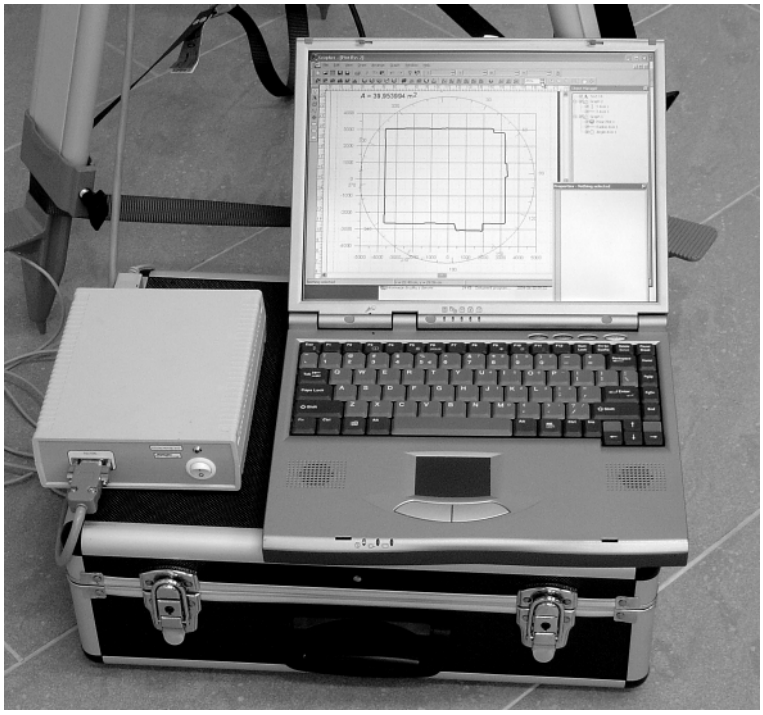
Do poziomowania służą pokrętła poziomujące (11) i poziomnica (9). Dzięki zamocowaniu głowicy na końcu osi napędowej, przy skanowaniu profilu w płaszczyźnie pionowej, promień lasera omija nogi statywu mierniczego (13), na którym zamocowany jest profilometr (Rys. 3).

Układ elektryczny wyżej wymienionych elementów profilometru pokazany jest schematycznie na Rys. 5.



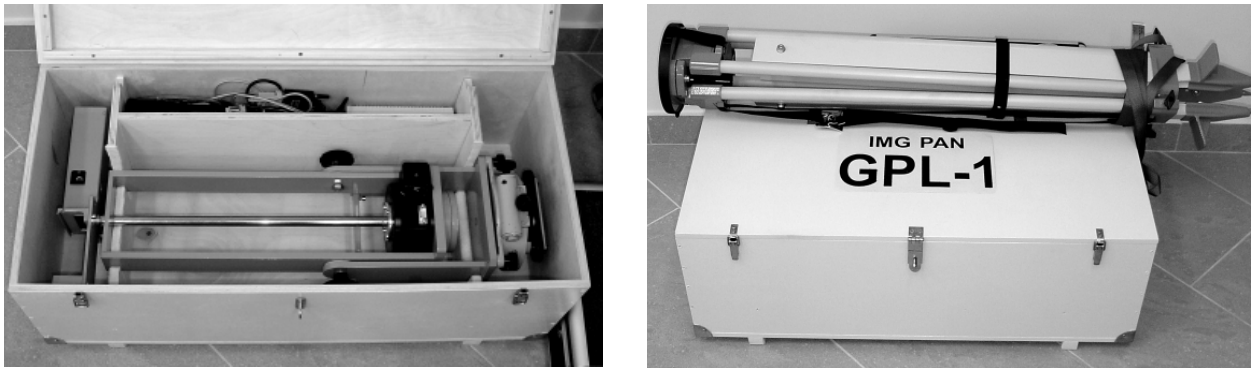
Rys. 5. Schemat blokowy laboratoryjnego profilometru laserowego GPL-1.
Oznaczenia: 1 – dalmierz laserowy, 2 – wiązka światła laserowego, 3 – stolik obrotowy, 4 – silnik krokowy, 5 – sterownik silnika krokowego, 6 – laptop, 7 – oś rama obrotowa głowicy, 8 – oś obrotu dalmierza, 9 – wyjście, 10 – zasilanie, 11 – profil (kontur) wyrobiska, 12 – wspornik, 13 – spodarka, 14 – statyw

Działaniem profilometru steruje program, zapisany w pamięci trwałej komputera (6). Sygnały sterujące obrotem głowicy profilometru przesyłane są do sterownika (5) za pośrednictwem łącza RS-232 a stąd do silnika krokowego (4) stolika obrotowego (3). Sygnały sterujące pomiarem odległości i wyniki pomiaru przesyłane są łączem RS-232 między komputerem (6) a dalmierzem DISTO (1) umieszczonym w głowicy profilometru. Program sterujący pomiarem umożliwia wybór kierunku obrotu głowicy z dalmierzem laserowym, wielkości kąta obrotu głowicy pomiędzy dwoma pomiarami i ilości pomiarów jako wielokrotność kąta elementarnego stolika obrotowego, równego 0,02°. Ponadto można wprowadzić dwa opóźnienia czasowe: opóźnienie impulsów sterujących silnik krokowy stolika obrotowego, co powoduje zmniejszenie prędkości ruchu obrotowego głowicy i opóźnienie pomiaru, czyli czas od zatrzymania głowicy do wykonania pomiaru. Po wykonaniu polecenia obrotu głowicy o zadany kąt program wysyła do dalmierza polecenie wykonania pomiaru i zapamiętuje zmierzoną odległość razem z kolejnym numerem pomiaru i położeniem kątowym głowicy. Dane te, po wykonaniu zadanej ilości pomiarów, można zapisać na dysku twardym komputera sterującego w postaci pliku tekstowego. Program może również wykorzystać zapisane dane do wykreślenia na monitorze konturu mierzonego obwodu, jak to pokazano na Rys. 6. Więcej informacji na temat oprogramowania profilometru znaleźć można w artykule M. Młynarczuka (2004).



Rys. 6. Widok aparatury sterującej, akwizycji i przekształcania danych pomiarowych GPL-1. Na walizce transportowej od lewej: sterownik stolika obrotowego i komputer (notebook) z widocznym konturem zmierzonego obwodu

Do transportu profilometru służy specjalna skrzynia, zapewniająca skuteczną ochronę przyrządu i mieszcząca, oprócz samego profilometru ze spodarką, sterownik i zestaw kabli sieciowych i połączeniowych. Skrzynię transportową z umieszczonym w niej profilometrem GPL-1 oraz skrzynię i złożony do transportu statyw pokazano na Rys. 7.



Rys. 7. Profilometr w skrzyni transportowej i skrzynia ze statywem

3. Podsumowanie

Modelowy profilometr z dalmierzem laserowym jest przyrządem w pełni użytkowym i może służyć do pomiaru powierzchni przekroju, długości obwodu, długości linii na nierównych powierzchniach, odległości kątowej i liniowej miedzy dwoma punktami na powierzchni i odległości od przyrządu do wybranego punktu na oddalonej powierzchni. Ograniczeniem zastosowania modelowego profilometru jest konieczność

zapewnienia zasilania 220 V AC dla sterownika silnika krokowego. Zmiana sterownika lub modyfikacja zastosowanego sterownika w celu umożliwienia zasilania bateryjnego i/lub akumulatorowego pozwoli usunąć to ograniczenie. Opisany modelowy profilometr laserowy daje dobrą podstawę do zaprojektowania i wykonania prototypu, spełniającego wymagania dla elektrycznych urządzeń przeciwwybuchowych, co pozwoli na zastosowanie profilometru w podziemnych wyrobiskach kopalń zagrożonych wybuchem metanu i pyłu węglowego.

Praca finansowana przez Ministerstwo Edukacji i Nauki w ramach projektu badawczego 5T12A 035 24 realizowanego w Instytucie Mechaniki Górotworu PAN.

Literatura

Krach A., Trutwin W., 2004: *Zasada działania profilometru laserowego służącego do pomiaru pola przekroju poprzecznego wyrobisk kopalnianych*, Prace Instytutu Mechaniki Górotworu PAN, t. 6, nr 3-4, s. 257-262.

Młynarczuk M., 2004: *Oprogramowanie sterujące Laboratoryjnym Profilometrem Laserowym*, Prace Instytutu Mechaniki Górotworu PAN, t. 6, nr 3-4, s. 267-271.

Trutwin W., 2004: *Zastosowanie profilometrii do określania pola przekroju poprzecznego wyrobisk kopalnianych*, Prace Instytutu Mechaniki Górotworu PAN. t. 6, nr 3-4, s. 249-256.

DISTO pro^4/pro^4 a. Instrukcja obsługi, wersja 1.0. Leica Geosystems.

Sprawozdanie z projektu badawczego 5T12A 035 24, Zał. 4.

Mining Profile Scanner GPL-1

Abstract

The paper presents the principle of operation of the mining profile scanner GPL-1, for monitoring the deformation of the working cross-sectional profile, and for measurement of distances and angles. Construction of the profile laser measuring instrument is presented, and its component parts and their tasks are described.

Keywords: profile measurement of mining working, mining ventilation, fluid flow measurement

Recenzent: Prof. dr hab. inż. *Stanisław Wasilewski*, EMAG