

Stefan GIERLOTKA*

MIERNICTWO GÓRNICZE I JEGO ROZWÓJ

W artykule opisano pierwotne narzędzia miernicze stosowane w kopalniach. Przedstawiono metody pomiaru długości wyrobisk od sznura mierniczego, po współczesne dalmierze. Opisano historię pomiarów w wyrobiskach za pomocą kompasu górniczego. Przybliżono rozwój budowy kompasów i wykonywanych pomiarów.

1. Wprowadzenie

Z rozwojem górnictwa rozwijało się miernictwo i geodezja górnicza. Już w prawie górniczym *Chemnitzer Bergrecht*, powstałym pomiędzy 1235 a 1270 r., znajduje się wzmianka nakazująca prowadzenie pomiarów wyrobisk podziemnych na ciągach poligonowych. Wzmianka dotyczy pomiarów rozgraniczających roboty górniczne prowadzone w sąsiadujących z sobą kopalniach oraz orientacji wyrobisk górnicznych w odniesieniu do powierzchni.

Historia przyrządów i metod pomiarowych sięga starożytności. Z przekazów wiadomo, że już 701 lat przed Chrystusem, w Jerozolimie zbudowano tunel wodny Siloe. Wybudowany on został dla poprawy dostawy wody dla Jerozolimy na wypadek oblężenia. Tunel o długości około 500 m wykuty został w skale, od źródła Gihon do sadzawki Siloe, pod całym wzgórzem Ofel (2Krl 20,20) oraz (2Krn 32,30). Tunel wykonano w ciągu 6 miesięcy, drażąc z obu stron dwa wyrobiska do ich złączenia. Połączenie obu wyrobisk wymagało geodezyjnego nadzoru nad kierunkiem drażenia.

2. Pierwotne przyrządy miernicze stosowane w kopalniach

W odległych czasach średniowiecza pomiary długości prowadzono jedynie przy pomocy sznura górniczego. Odległości określano na ogół w sążniach, łokciach i stopach. W Anglii długość ramienia króla Henryka I posłużyła do wprowadzenia jednostki yard (91,4 cm), dzielącej się na 3 stopy. Zauważono, że sznury konopne się naciągają i Geor-

* Rada Miasta Katowice, 40-098 Katowice, ul. Młyńska 4

gus Agricola, w swej książce *De re metalica libri XII* z 1556 r. (Agricola, 2000), poleca stosować sznur z łyka lipowego. Sznury nasączano olejem lub nacierano woskiem przeciwdziałając ich rozciąganiu. W niektórych krajach próbowano stosować nawet sznury jedwabne. Ponieważ sznury w kopalniach mokrych nadal się rozciągały wprowadzono specjalne cechowane łańcuchy miernicze wykonane z żelaza (Gierlotka, 2009). Mierzono również przy pomocy łąt drewnianych, przykładając jedną do drugiej. Z końcem XIX wieku łańcuchy miernicze zastąpiono stalowymi cechowanymi taśmami mierniczymi, które są jeszcze w użyciu. Z końcem XX wieku wprowadzono do pomiaru długości specjalne dalmierze laserowe.

Do pomiaru nachylenia wyrobisk stosowano półkola zawieszane na sznurach mierniczych. Nitka obciążona ciężarkiem wskazywała linię pionu i pozwalała odczytać na półkolu kąt pochylenia. Ponieważ wyrobiska zmieniały kierunek, więc mierzono też i poziome kąty między sznurami. Agricola w swym opracowaniu pokazuje *libella stativa*, w której zamocowano za pomocą sznura poziomnicę między dwoma specjalnymi belkami (Agricola, 2000).

3. Kompas górniczy

Kompas z igłą magnetyczną w geodezji górniczej rozpoczęto stosować od końca XV wieku. Agricola podaje sposób wykonywania orientacji geodezyjnej przy pomocy kompasu górniczego (Agricola, 2000). Polegało to na opuszczeniu szybem pionu, od którego nawiązywano na mierzonym wyrobisku poziomym ciąg sznurowy, przy czym azymuty magnetyczne jego boków określano kompasem, a długość miarą łątrową (1 łątr = 80 cali = 1,919 m). Orientacja wyrobisk podziemnych wykonana przez jeden szyb była orientacją wstępną, najczęściej stosowaną podczas rozpoczynania nowego poziomu roboczego.



Rys. 1. Kompas górniczy firmy F. Breithaupt Cassel, 1809 rok

Fig. 1. Mining compass made by F. Breithaupt Cassel manufactory, came from 1809

Połączenie ze sobą dwóch orientacji wykonanych na tym samym poziomie, ale w różnych szybach po korekcji daje dokładną bazę pomiarową.

Specjalny kompas wiszący dla górnictwa wykonał w 1633 r. we Freibergu mierniczy Balthasar Rösler (1605–1673). Kompas taki wieszano na rozpiętym sznurze mierniczym i wyznaczano kierunek w stosunku do północy. Kompas z przeziernikiem optycznym w pomiarach kątów poligonu wprowadził w 1798 r. Johann Christian Breithaupt (1736–1799) z Kassel (Gierlotka, 2009). Kiedy na początku XIX wieku rozpoczęto wprowadzać do wyrobisk górniczych żelazną obudowę, pomiary magnetyczne w kopalni natrafiły na trudności. Udoskonaleniem kompasowej metody pomiaru kątów była opracowana przez Rittingera w 1852 r. i wprowadzona do kopalń *metoda systemu ciągów skrzyżowanych*. Metoda ta umożliwiła pomiary kompasem w obecności żelaza z większą dokładnością. Kompas mierniczy dla górnictwa ulepszył Max Hildebrant (1839–1910) w 1873 r. Kolejnego udoskonalenia dokonał Julius Weisbach (1806–1871) z Bergakademie Freiberg, w połowie XIX wieku konstruując specjalne zawiesie dla wiszącego kompasu górniczego. Od tego momentu kompas w połączeniu z półkolem do pomiarów nachylenia stosowano powszechnie do wymierzania poligonów w kopalni.

4. Teodolit górniczy

Na rozwój instrumentów geodezyjnych znaczący wpływ miały nie tylko odkrycia w optyce, ale też w mechanice precyzyjnej i mechanice materiałowej. Jakość szkła, proces jego szlifowania, właściwości stosowanych metali oraz precyzja wykonania elementów mechanicznych odegrały istotną rolę w rozwoju geodezji.



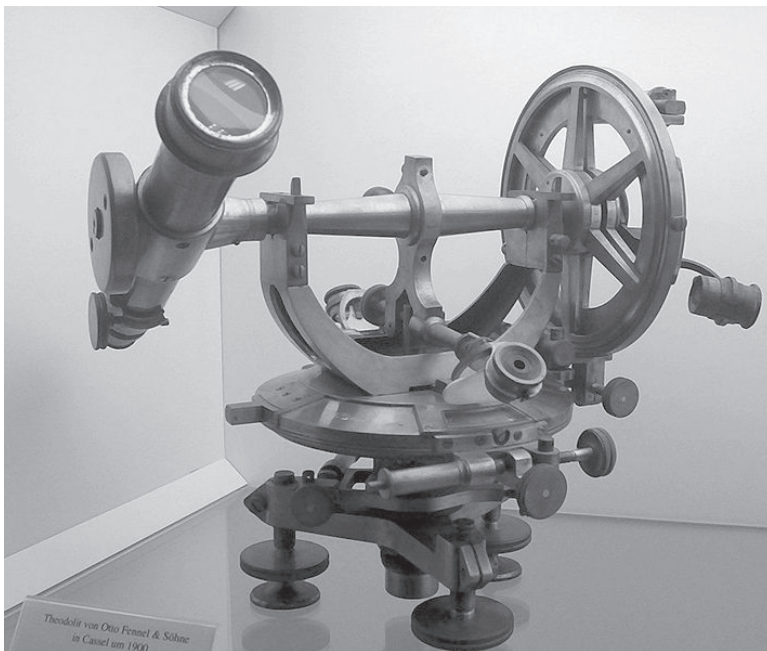
Rys. 2. Teodolit 1670 rok

Fig. 2. Theodolite came from 1670

Pierwszy teodolit zbudował Anglik Humphrey Cole (1530–1591) w 1574 r. Koło poziome było podzielone na 360° , a co dziesiąty stopień opisany. Przyrząd posiadał dwie pary przezierników, kompas i alidadę, a funkcję koła pionowego spełniało półkole. Przyrząd taki można zobaczyć w oksfordzkim Muzeum Historii Nauki.

Historia rozwoju instrumentów geodezyjnych pokazuje bliskie związki z astronomią. Dla praktycznego wykorzystania lunety w przyrządach geodezyjnych należało wyposażyć ją w krzyż z nitek oraz mikrometr. Umieszczony w osi optycznej lunety krzyż z nitek stanowił celownik umożliwiający dokładne jej ustawienie na mierzony obiekt. Pierwsze celowniki z nitkowym krzyżem sporządził w 1640 r. Anglik William Gascoigne (1612–1644). W 1662 r. włoski astronom Cornelio Malvasia (1603–64) zastosował w lunecie krzyż celowniczy wykonany ze srebrnych, bardzo cienkich drutów (Kamieński, 1979). Mikrometr pozwalający na precyzyjny odczyt, zbudował w 1770 r. angielski twórca instrumentów geodezyjnych Jesse Ramsdena (1735–1800).

W 1720 r. Jonathan Sisson (1690–1749) skonstruował pierwszy jednoosiowy teodolit, a na jego kole pionowym zamontował lunetę (Gierlotka, 2009). Instrument wyposażony był dodatkowo w libelę i dwa noniusze umożliwiające pomiar kąta. Przyrząd ten początkowo stosowany był w pomiarach geodezyjnych powierzchni terenu. Około roku 1800 matematyk Giuliani z Klagenfurtu skonstruował przyrząd zwany catageolabium, który miał koło poziome podzielone na 24 godziny i poziomowane specjalną libellą pudełkową. Oprócz tego, przyrząd ten miał koło pionowe o podziale 2-minutowym oraz lunetkę z obiektywem, okulem i krzyżem nitkowym na płycie szklanej.



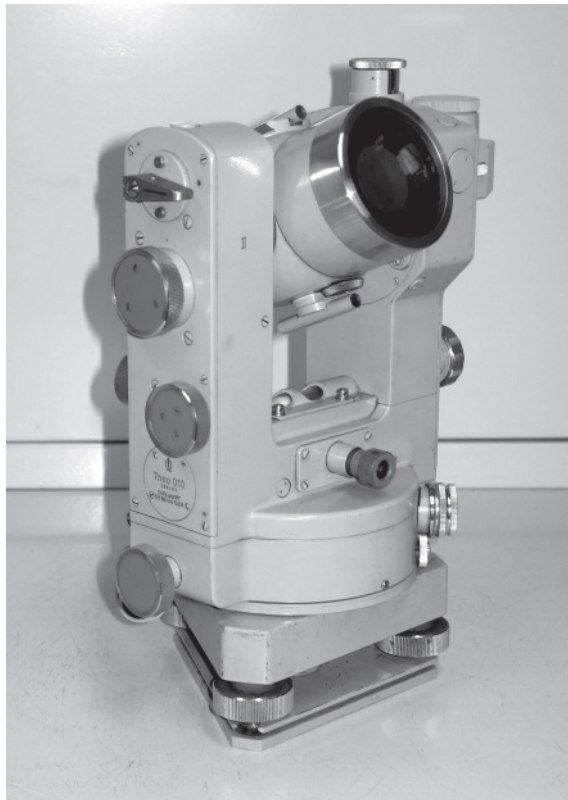
Rys. 3. Teodolit z 1900 roku

Fig. 3. Theodolite came from 1900

W 1804 r. Georg von Reichenbach (1771–1826) zbudował w Monachium pierwszy teodolit repetycyjny. Metoda repetycyjna pomiaru kąta, stosowana w ciągach poligonowych w osnowie pomiarowej i szczegółowej, rozpowszechniła się w kopalniach, gdyż teodolity nie posiadają dobrej dokładności. Kąty mierzono niezależnie dwukrotnie, najpierw kąt lewy, a potem dopełnienie kąta prawego (Kowalczyk, 1968).

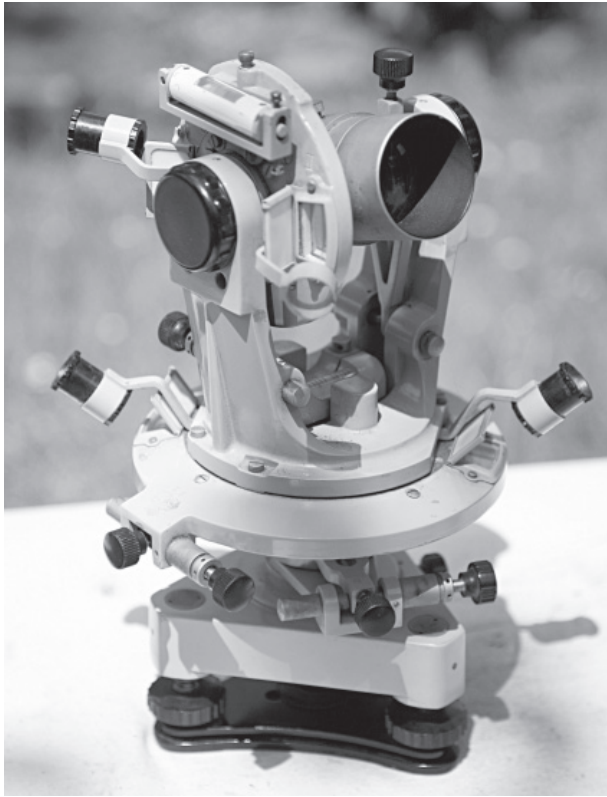
W 1851 r. Julius Weisbach (1806–1871), profesor w Bergakademii Freiberg, wprowadził teodolit wiszący do pomiarów w kopalniach. Stosowany w kopalniach kompas wiszący, zostawał wypierany z praktyki miernictwa górniczego przez teodolit wiszący. Specjalne zawiesie do teodolitu wiszącego zbudowane przez Brandenberga w 1912 r. stworzyło przyrząd uniwersalny do pomiaru pomocniczych ciągów poligonowych oraz niwelacji trygonometrycznej wyrobisk górniczych.

Teodolitami powszechnie stosowanymi w miernictwie górniczym były konstrukcje Maxa Hildebranda (1839–1910) oraz Carla Bamberga (1847–1892). Dokładność tych teodolitów zwiększono przez wprowadzenie limbusów o większej średnicy, większego powiększenia lunety oraz mikroskopów z mikrometrem do odczytywania podziałki kątowej. Pierwszymi wytwórcami teodolitów był: Heinrich Wild (1877–1951) w Szwaj-



Rys. 4. Teodolit Theo 010 Zeiss z 1955 roku

Fig. 4. Theodolite came from 1955



Rys. 5. Teodolit typu T21

Fig. 5. Theodolite type T21

carii oraz niemiecki mechanik precyzyjny – Carl Zeiss (1816–1888) w Jenie. Od roku 1922 wprowadzono do kopalń precyzyjny teodolit, unowocześniony przez Heinricha Wilda. Teodolity tego typu produkowała szwajcarska firma „Heinrich Wild, Werkstätte für Feinmechanik und Optik” w Heerburgu. Firma posiadała swe przedstawicielstwo w Warszawie (Szymański, 1968). W kolejnych latach udoskonalono metody orientacji kopalni oraz pomiaru długości. W Polsce pierwsze teodolity produkował Gustaw Gerlach (1827–1915) w swej Fabryce Instrumentów Optycznych, Matematycznych w Warszawie (Kowalczyk, 1968).

Rozpowszechniony również został prostszy typ przyrządu, zwany teodolitem sztygarskim, przeznaczony dla sztygarów pełniących nadzór nad robotami górniczymi. Teodolit ten składał się z dwóch zasadniczych części: nieruchomej spodarki z limbusem i obracającej się nad limbusem alidady z przeziernikiem i noniusem. Ustawiany był przez wbicie do istniejącej obudowy trzpienia mocującego, zakończonego tuleją z przegubem kulowym.

Do niwelacji geometrycznej w kopalniach używa się zwykłych niwelatorów z krótką lunetką oraz krótkich łat zsuwanych lub rozkładanych. Pierwsze niwelacje w kopalniach



Rys. 6. Niwelator typ NID z 1940 roku

Fig. 6. Levelling instrument type NID came from 1940



Rys. 7. Niwelator Carl Zeiss

Fig. 7. Levelling instrument Carl Zeiss

wykonywano metodą hydrostatyczną z użyciem węża napełnionego wodą i zakończonego dwoma szklanymi rurkami. Powierzchnia wody w obu rurkach po napełnieniu znajduje się na jednym poziomie. Od lat dziewięćdziesiątych ubiegłego wieku rozpoczęto stosować niwelatory laserowe, które praktycznie wypierają tradycyjne niwelatory optyczne.

Oglądając zachowane dawne instrumenty geodezyjne wykonane ręcznie przez zdolnych rzemieślników zauważa się często ich efektywność i majestat, czego brakuje we współczesnych wykonaniach. Dzisiejsze instrumenty geodezyjne wykonywane są przez automaty różnych azjatyckich poddostawców i nie posiadają tego dawnego piękna. Najdoskonalszy automat nie zastąpi ręki XVII-wiecznego rzemieślnika, gdyż automaty duszy nie mają.

Literatura

1. AGRICOLA G., *De re Metallica Libri XII*. Opolskie Zakł. Graf. Jelenie Góra. 2000.
2. BYCHAWSKI T., *Geodezja*. Państwowe Przedsiębiorstwo Wyd. Kartograficzne. Warszawa. 1957.
3. GIERLOTKA S., *Historia górnictwa*. Wyd. Nauk. Śląsk. Katowice. 2009.
4. GIERLOTKA S., *Die Entwicklung der Technik in Markscheidewesen*. Altbergbau-Kolloquium 11. VGE Verlag GmbH – Essen. 2011.
5. KAMIENSKI M., *Geodezja*. Państw. Przeds. Wyd. Kartograficzne. Warszawa. 1979.
6. KOWALCZYK Z., *Miernictwo górnicze. Część 1. Pomiary sytuacyjno-wysokościowe kopalń*. Wyd. Śląsk. Katowice. 1968.
7. SZYMAŃSKI J., *Instrumentoznawstwo geodezyjne. Część 1*, PPWK. Warszawa. 1968.

MINING SURVEYING AND ITS DEVELOPMENT

The paper describes the primary measuring tool used in mines. Presented methods of measuring the length of the excavation of the rope measurer to modern rangefinders. Describes the history of measurements with a mining compasses and presents the development of mining dials and the measurements.