

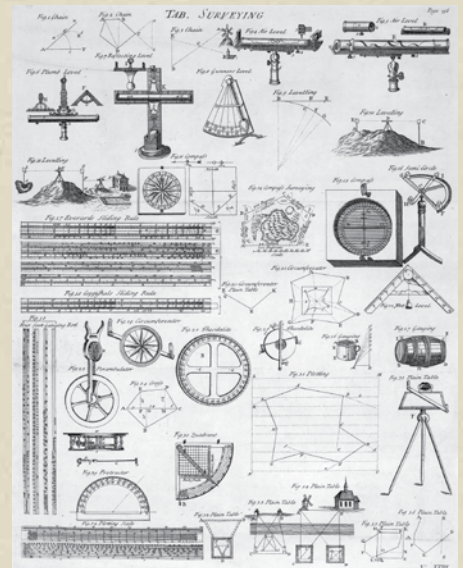
Instrumenty geodezyjne

Geodezja (pojęcie wprowadzone przez Arystotelesa w IV w. p.n.e. oznaczające dosłownie podział Ziemi) jest nauką i dziedziną techniki zajmującą się uzyskiwaniem informacji o kształcie i wymiarach części lub całości powierzchni Ziemi i określaniem na niej położenia wybranych punktów i obiektów. Wyniki tych pomiarów służą m.in. do określania granic i lokalizacji nieruchomości (terenów i obiektów budowlanych), przenoszenia planów i projektów w teren w celu realizacji inwestycji i in. Tradycyjnie dzieli się geodezję na wyższą – zajmującą się pomiarami znacznych obszarów Ziemi z uwzględnieniem krzywizny jej powierzchni, oraz niższą (szczegółową), zwaną też miernictwem – zajmującą się pomiarami małych obszarów, które można odnosić do płaszczyzny, zatem bez uwzględniania krzywizny powierzchni Ziemi.

Geodezja należy do najstarszych dziedzin nauki i techniki. Przykładem praktycznego zastosowania miernictwa przy realizacji inwestycji w starożytności – i to z dużą precyzją – jest wzniesiona ok. 2560 r. p.n.e. piramida Cheopsa. Teren budowy zniwelowano z dokładnością do 2 cm, długości poszczególnych boków (ok. 230 m każdy) różnią się od siebie o ok. 20 cm, a kąty podstawy wynoszą 90° z dokładnością do 1 stopnia. W starożytnym Rzymie mierniczowie (agrimensori) precyzyjnie wytyczali trasy dróg i akweduktów.

W średniowieczu znaczne osiągnięcia w pomiarach Ziemi osiągnęli Arabowie. Niektóre pochodzące z języka arabskiego pojęcia przetrwały do dzisiaj (azymut, alidada).

W Polsce przedrozbiorowej od XII/XIII w. pomiarami gruntów zajmowali się żerdnicy. Nazwa pochodziła od żerdzi – stosowanych do pomiarów tyczek. Wysokim urzędnikiem królewskim był podkomorzy – nadworny i ziemski. Podkomorzy nadworny zarządzał siedzibą panującego, natomiast podstawowym zadaniem podkomorzego ziemskiego



Surveying; ilustracja z dzieła „Cyclopaedia” – XVIII-wiecznej encyklopedii angielskiej. Źródło: https://pl.wikipedia.org/wiki/Plik:Table_of_Surveying,_Cyclopaedia,_Volume_2.jpg dostęp: 3.07.2018



dr Aleksander Stukowski

stały współpracownik redakcji

było wytyczanie granic nieruchomości i rozstrzyganie sporów o te granice. Granice były z reguły oznaczane naturalnymi obiektami terenowymi; przy ich braku sypano kopce graniczne. Dlatego atrybutem władzy podkomorzego była łopata. Przypomnijmy w tym miejscu postać Podkomorzego z „Pana Tadeusza”. Jego zadaniem było – w ramach rozstrzygnięcia sporów terytorialnych – rozstrzygnięcie sporu o zamek.

Do prowadzenia pomiarów niezbędne były odpowiednie przyrządy. Grecki astronom Hipparch wynalazł w II w. p.n.e. służące do pomiaru kątów astrolabium, Arabowie wykorzystywali kompas, Pedro Nunez wynalazł w XVI w. zwiększający dokładność pomiarów kątów i krótkich odcinków noniusz,





w XVII w. Johannes Praetorius wynalazł stolik mierniczy, a w tym samym czasie Galileusz – lunetę, udoskonaloną później przez Keplera. W 1571 r. Leonard Digges skonstruował przeziernikowy kątomierz służący do pomiarów kątów w płaszczyźnie poziomej i pionowej. Nazwał ten przyrząd teodolitem. Dlatego za twórcę teodolitu uważa się właśnie Diggesa, choć w rzeczywistości przyrząd mający cechy współczesnego teodolitu skonstruowano kilka lat później (m.in. Joshua Habermehl, Jonathan Sisson) – wyposażony w kompas, lunetę na pionowym kole podziałowym, libelę i osadzony na trójnogu. Z pozoru mało spektakularnymi, ale bardzo ważnymi elementami teodolitu i innych instrumentów geodezyjnych są śruby do ustawiania odpowiednich wartości na skalach kół podziałowych. Wykonanie takiej śruby wymagało dużej precyzji. W tym celu Jesse Ramsay skonstruował w 1770 r. precyzyjną tokarkę. Ten sam wynalazca skonstruował 3 lata później urządzenie do precyzyjnego skalowania kół podziałowych.

Współczesne instrumenty geodezyjne bardzo różnią się od stosowanych jeszcze kilkadziesiąt lat temu. Są w pełni elektroniczne. Uprzednio stosowane instrumenty optyczne trafiły do prywatnych kolekcjonerów staroci i do muzeów. Muzeów geodezyjnych mamy w Polsce kilka. Muzeum Geodezji i Kartografii znajduje się w Opatowie (woj. świętokrzyskie). Podobne muzeum działa przy Warszawskim Przedsiębiorstwie Geodezyjnym. Przy Zespole Szkół Geodezyjno-Drogowych im. Rudolfa Modrzejewskiego w Poznaniu utworzono w 1966 r. Muzeum Instrumentów i Przyrządów Geodezyjnych. Muzeum liczy kilkadziesiąt eksponatów; wybrane spośród nich kilka najstarszych posłużyło do zilustrowania naszego artykułu.



Wspomniany powyżej teodolit służył do terenowych pomiarów kątów poziomych i pionowych. Składa się z dolnej nieruchomej części – spodarki, zamocowanej na trójnogu, wypoziomowanej śrubami ustawczymi, według wskazań libeli. Na spodarce znajduje się koło podziałowe poziome – pierścień z naniesioną podziałką kątową, zwany limbusem. Podziałka jest wyskalowana w stopniach lub gradach ($1 \text{ grad} = 1/100 \text{ kąta prostego}$). Współosiowo z limbusem osadzona jest ruchoma część instrumentu – alidada, wyposażona w lunetę i pionowe koło podziałowe. Lunetą celujemy w wybrane punkty w terenie, a wartość kąta pomiędzy nimi odczytujemy na limbuse, zgodnie ze wskazaniem wskaźnika alidady. Fot. 1 przedstawia teodolit wyprodukowany pod koniec XIX w. przez niemiecką firmę F.W. Breithaupt&Sohn, a fot. 2 – teodolit z lat 1890–1900 produkcji firmy Jos&Frič z Pragi.

Do pomiarów wysokości punktów w terenie względem przyjętego poziomu odniesienia służy niwelator. Niwelator

posiada spodarkę, na której osadzona jest obrotowo alidada z lunetą i urządzeniami poziomującymi. Niwelator współpracuje z łąką niwelacyjną – drewnianym lub aluminiowym elementem o długości 3–4 m (do transportu składanym), wyposażonym na całej długości w podziałkę. Łatkę stawiamy w punkcie, którego wysokość chcemy określić; za pomocą stojącego w pewnej odległości (nie większej niż 250 m) wypoziomowanego niwelatora odczytujemy wysokość (wskazując ją na podziałce łaty skrzyżowane linie widoczne w lunecie) i porównujemy ją z poziomem odniesienia. Jeśli za poziom odniesienia przyjmujemy poziom morza, korzystamy z reperów – znajdujących się w terenie trwałych znaków geodezyjnych, których wysokość n.p.m. jest znana. W zależności od miejsca osadzenia repery mogą być naziemne, podziemne lub ściennie – trwale zakotwiczone w ścianie np. budynku (fot. 3). Łatkę stawia się na reperze i dokonuje pomiaru. Jako poziom morza w Polsce i krajach nadbałtyckich przyjmuje się średni poziom morza w Kronsztadzie – porcie na wyspie Kotlin w Zatoce Fińskiej, w pobliżu Petersburga. Fot. 4 przedstawia niwelator z 1884 r. produkcji firmy F.W. Breithaupt&Sohn, a na fot. 5 widzimy niwelator produkowany przez firmę niemiecką Otto Fennel w latach 1900–1910. Kolejny instrument to tachimetr, będący połączeniem teodolitu i dalmierza. Służy, podobnie jak teodolit, do pomiaru kątów, a jednocześnie – dzięki wbudowanemu dalmierzowi, można nim mierzyć odległości. Tachimetr przedstawiony na fot. 6 to instrument TA-D4 produkowany w latach 1950–70 przez węgierską firmę MOM. ■

Fot. 3 AS, pozostałe – materiały Muzeum Instrumentów i Przyrządów Geodezyjnych przy Zespole Szkół Geodezyjno-Drogowych im. Rudolfa Modrzejewskiego w Poznaniu.