



Pomiary geodezyjne

- [Wprowadzenie](#)
- [Przeczytaj](#)
- [Film edukacyjny](#)
- [Sprawdź się](#)
- [Dla nauczyciela](#)



Pomiary geodezyjne

Źródło: domena publiczna.

Czym jest geodezja?

Geodezja jest jedną z najstarszych nauk. Jej nazwę wprowadził Arystoteles, a za pierwszego geodetę uznaje się Erastotenesa z Cyreny, który w III w. p.n.e. wyznaczył długość południka ziemskiego. Geodezja etymologicznie i historycznie to geometria, czyli mierzenie Ziemi (gr. *gḗ* – Ziemia, *metrein* – mierzyć; niektóre źródła podają też *daisia* – dzielić). Wiele zadań geometrii praktycznej (geodezji) w przeszłości sprowadzało się do dzielenia większych obszarów Ziemi na mniejsze.

Metody pomiarów geodezyjnych można podzielić na naziemne i kosmiczne. Naziemne realizowane są przy pomocy instrumentów geodezyjnych oraz metod triangulacji, poligonizacji i niwelacji. Natomiast kosmiczne wchodzą w zakres geodezji satelitarnej, w której wykorzystywane są głównie sztuczne satelity.

Czy wiesz, jak dokonuje się poszczególnych typów pomiarów i do czego one służą?

Twoje cele

- Omówisz podstawowe pojęcia, metody i narzędzia do pomiarów geodezyjnych.
- Wykonasz podstawowe pomiary geodezyjne.

Przeczytaj

Geodezja to jedna z nauk o Ziemi, która zajmuje się wyznaczaniem jej kształtu, określaniem rozmiarów, pomiarami całej planety lub dowolnych jej części. Zadanie geodezji w ujęciu klasycznym sprowadza się do wyznaczania położenia punktów fizycznej powierzchni Ziemi względem geodezyjnego układu odniesienia. Praktyczne zadania geodezji obejmują pomiary topograficzne przydatne do sporządzania map, pomiary gruntu, pomiary obiektów inżynierskich niezbędne do ich budowy i eksploatacji. Wiążą się również z gromadzeniem, przetwarzaniem i prezentowaniem informacji o powierzchni ziemi i obiektach z nią związanych.

Ze względu na obszar podlegający pomiarom, **geodezję** można podzielić na:

- **klasyczną**, w której pomiary prowadzone są na powierzchni ziemi;
- **wyższą**, w której dokonuje się pomiarów obszarów powyżej 50 km² i uwzględnia się kulistość Ziemi;
- **nowoczesną** - pomiary prowadzone są dzięki pomocy sztucznych satelitów.

W jakim celu wykonuje się pomiary?

Na podstawie pozyskanych z pomiarów danych liczbowych można przygotować różnego rodzaju opracowania graficzne, takie jak profile terenu i plany sytuacyjne, a także mapy topograficzne i tematyczne.

Do najistotniejszych zadań geodezji należą:

- określanie kształtu i wymiarów Ziemi jako planety,
- opisywanie powierzchni ziemi w zakresie przestrzennego rozmieszczenia obiektów naturalnych i sztucznych oraz rzeźby terenu (najpowszechniejszą formą tego opisu jest mapa w różnych skalach – począwszy od 1:500),
- opis podziemnej infrastruktury technicznej (kanalizacja, wodociągi, energetyka, telekomunikacja, gaz itp.),
- opis złóż mineralnych i wyrobisk górniczych,
- kataster nieruchomości (stan prawny nieruchomości gruntowych i lokalowych, sposób użytkowania gruntów, klasyfikacja gleboznawcza, wartość rynkowa),
- geodezyjna realizacja w terenie (wytyczanie na gruncie) projektów budowli (budynków, mostów, dróg, kolei itp.) oraz kontrola ich funkcjonowania (pomiary odkształceń i przemieszczeń),
- przekształcanie struktury powierzchniowej gruntów (scalenia i wymiany gruntów),
- monitorowanie środowiska i przestrzennego zagospodarowania kraju.

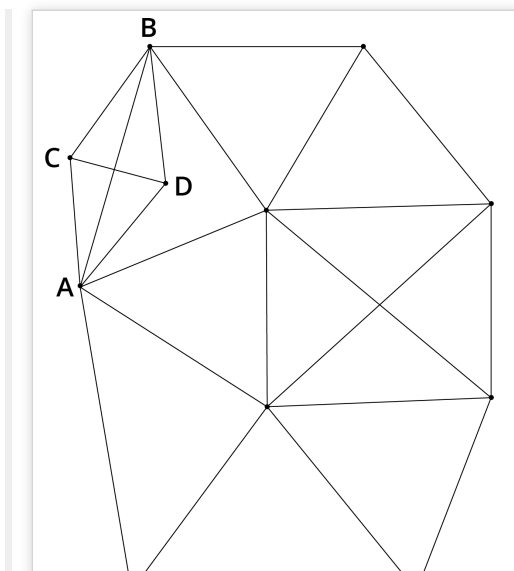
W geodezji stosuje się następujące metody pomiarowe:

- triangulację,
- niwelację,
- tachymetrię,
- pomiary grawimetryczne,
- pomiary satelitarne.

W trakcie tej lekcji zostaną omówione tylko niektóre z nich: triangulacja, niwelacja, tachymetria.

Triangulacja

Podstawową metodą mierniczą geodezji jest **triangulacja**. Polega ona na podziale obszaru na trójkąty (**sieć triangulacyjna** – ryc. 1) i wyznaczeniu odległości pomiędzy ich wierzchołkami (**punktami triangulacyjnymi**). Punkty te najczęściej wyznacza się na szczytach wzniesień i są połączone ze znakami naziemnymi i podziemnymi (ryc. 2). Do rozwiązania trójkąta wystarczy zmierzyć dwa kąty oraz jedną długość boku i stosując metodę trygonometryczną, określić odległość do trzeciego wierzchołka. Na mapie topograficznej **punkty triangulacyjne** są oznaczone trójkątem równobocznym z kropką w środku i opisem wysokości w metrach n.p.m. Natomiast w terenie – trwałymi znakami w postaci kamiennych słupów (ryc. 2), tablic albo wież triangulacyjnych (ryc. 4). Punkty te mają znane współrzędne geograficzne. W Polsce, podstawową sieć (I rzędu) tworzą trójkąty o bokach 20-50 km, II rzędu – 7 km, III rzędu – 2-3 km. W sumie cała sieć triangulacyjna (trzystopniowa) tworzy tzw. **osnowę geodezyjną** (ryc. 5). Obecnie możemy spotkać wieże triangulacyjne, na których umocowane są nowoczesne odbiorniki GPS. Wieże triangulacyjne utraciły swoje znaczenie, ponieważ zmieniła się technologia pomiaru osnów podstawowych. Obecnie nowe osnowy zakłada się przede wszystkim technikami satelitarnymi.





Niwelacja

Na temat niwelatora, niwelacji i pomiaru niwelatorem więcej informacji znajduje się w materiale filmowym.

Niwelacją nazywa się geodezyjną metodę wyznaczania różnicy wysokości punktów na powierzchni ziemi. Pomiar rozpoczyna się od punktu o znanej wysokości, czyli **repera**, a następnie określa się wysokości poszczególnych punktów pośrednich na trasie do punktu docelowego. Uzyskany ciąg punktów o zmierzonej wysokości nosi nazwę **ciągu niwelacyjnego**. Do niwelacji służą wysokościomierze, **łaty geodezyjne** i **niwelatory**.

Łaty geodezyjne – w zależności od wymaganej dokładności wykonania pomiaru wyróżnia się łaty do niwelacji technicznej oraz łaty do niwelacji precyzyjnej. Odczyty z łat ustawionych na kolejnych punktach umożliwiają obliczenie różnicy wysokości pomiędzy tymi punktami, a jeśli jednym z tych punktów jest reper – obliczenie wysokości bezwzględnej drugiego punktu. Z uwagi na konieczność ich przemieszczania ręcznego, wykonane są z materiału lekkiego, najczęściej z profili aluminiowych, łatwo wysuwanych. Mają one najczęściej długość 3, 4, 5 lub 6 metrów. Łaty do niwelacji precyzyjnej wykonuje się z inwaru (stopu żelaza z niewielkim dodatkiem węgla i chromu). Łata po obu stronach ma okucia. Okucie dolne, na którym opiera się łatę w trakcie pomiarów, nosi nazwę **stopy łaty**. Przednia strona łaty zaopatrzona jest w podziałkę umożliwiającą odczytanie odległości od stopy łaty do osi celowej niwelatora (poziomej kreski krzyża nitek). Z uwagi na możliwość błędu pomiaru, stopa łaty powinna być płaska, prostopadła do osi podłużnej łaty. Przy pomiarach wykonywanych na gruncie podmokłym lub grząskim wykorzystuje się do stabilizacji stopy łaty tzw. **zabki**. Natomiast do ustawienia łaty w pionie wykorzystuje się tzw. **libellę okrągłą**.

Tachymetria

Jest to geodezyjna metoda pomiarowa znana w Niemczech już od początku XIX wieku. Polega ona na określaniu odległości, kątów i różnicy wysokości. Umożliwia wykonanie map o małym stopniu szczegółowości. Do przeprowadzenia pomiarów niwelacyjnych wykorzystuje się: **teodolit**, tachymetr, **dalmierz** optyczny i łatę geodezyjną.

Teodolit

- historia pomiaru kątów jest bardzo stara i sięga starożytnego Egiptu, a pierwsza wzmianka o teodolicie znajduje się w podręczniku miernictwa z 1571 roku;
- jest instrumentem geodezyjnym służącym do pomiaru kątów poziomych i kątów pionowych, wyznaczania azymutów oraz do pomiaru odległości, przy jego pomocy dokonujemy pomiaru terenu oraz wytyczania obiektów;
- jest niezbędny przy budowie dróg, linii kolejowych, autostrad, mostów i wszelkiego rodzaju budynków;
- wyróżniamy **teodolity optyczne** oraz **elektroniczne** (ryc. 6);

- istnieje też wersja uproszczona teodolitu, tzw. **teodolit szkolny** lub dydaktyczny (ryc. 7).



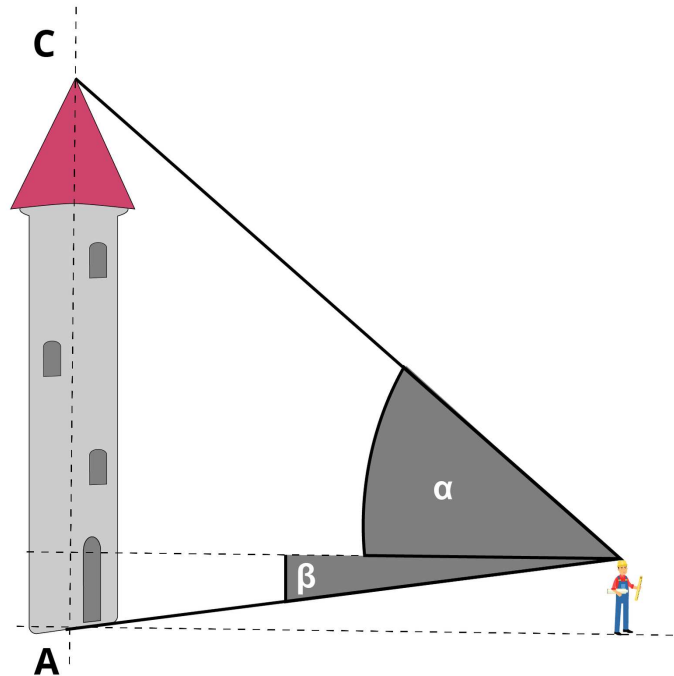
Jak wykonuje się pomiar kątów przy użyciu teodolitu szkolnego?

Skieruj lunetę na wybrany obiekt. Spójrz przez okular i za pomocą obiektywu wskaż obiekt, który chcesz zmierzyć. Musi się on znajdować na przedłużeniu linii oko – okular – obiektyw (inaczej na osi optycznej). Oznacza to, że obiekt musi być widoczny pośrodku ostatniego elementu optycznego, obiektywu. Mierzenie kątów poziomych (metoda kątowa) rozpoczyna się od ustawienia lunety w punkcie A. Musi to być punkt leżący na lewo od teodolitu. Następnie dokonuje się odczytu z koła poziomego i notuje wynik. W dalszej kolejności należy ustawić przyrząd w punkcie B. Musi być to punkt leżący na prawo od teodolitu. Dokonuje się odczytu z koła poziomego i ponownie notuje wynik. Ostatecznie można obliczyć pomierzony kąt (α), odejmując od siebie pomiary:

$$\alpha = B - A \text{ np. } A = 191, B = 205, \alpha = 205 - 191, \alpha = 16^\circ$$

Mierzenie kątów pionowych (metoda kątowa)

Kąt nachylenia α to kąt punktu odniesienia do linii horyzontu. Odczytaj wartość z koła poziomego i zanotuj wynik. Kąt głębokości β to kąt nachylenia poniżej punktu odniesienia (np. horyzontu). **Mierzenie kąta nachylenia α :** ustaw koło pionowe alidady na 0. Następnie zmierz kąt nachylenia, wskazując na punkt C. Odczytaj nachylenie z tarczy alidady.



Ryc. 8. Pomiar kątów pionowych

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Mierzenie kąta głębokości β : ustaw koło pionowe alidady na 0. Następnie zmierz kąt głębokości, wskazując na punkt A. Odczytaj nachylenie z tarczy alidady.

Mierzenie wysokości – odbywa się za pomocą dwóch kątów i odległości do celu. Zmierz odległość C (od B do A). Kąt α jest kątem prostym (90°). Zmierz kąt β za pomocą teodolitu. Za pomocą następującego wzoru możesz policzyć wysokość przedmiotu:

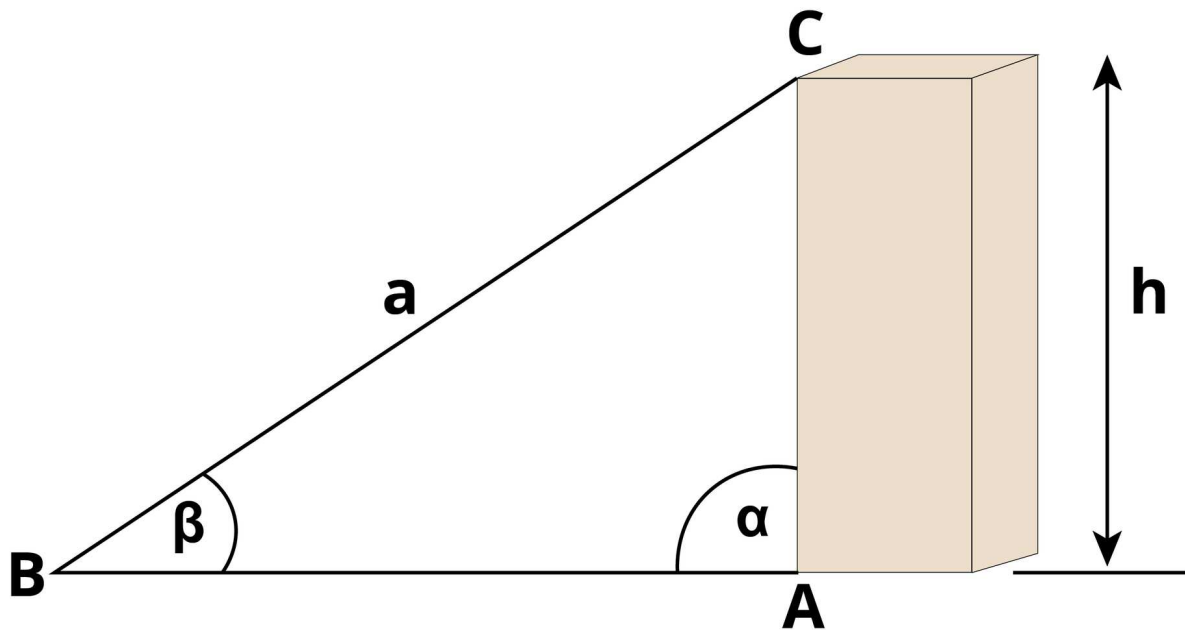
$$\tan \beta = h : c$$

$$\text{np. } c = 50 \text{ m} / \beta = 26^\circ$$

$$\tan 26^\circ = h : 50 \quad | \times 50$$

$$h = \tan 26^\circ \times 50$$

$$h = 24,5 \text{ m}$$



Ryc. 9. Pomiar wysokości

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Do niezbędnych przyrządów pomiarowych w geodezji należą także:

- **tyczki geodezyjne** – przyrządy służące do oznaczania punktu w terenie, wykonane z drewna lub metalu, mają długość 2 metrów, pomalowane są w białe-czerwone, poziome pasy o szerokości 20, 25 lub 50 cm. Dół tyczki zaopatrzony jest w grot (ostrze, spin) pozwalający na łatwiejsze wbicie tyczki w grunt. Tyczki mogą być składane;
- **taśmy miernicze** – taśma stalowa o długości 20 m z naniesioną podziałką;
- **dalmierze** – elektroniczne przyrządy do pomiaru odległości.

Słownik

ciąg niwelacyjny

ciąg punktów o zmierzonej wysokości

dalmierz

elektroniczny przyrząd do pomiaru odległości

geodezja

jedna z nauk o Ziemi, która zajmuje się wyznaczaniem jej kształtu, określaniem jej rozmiarów, pomiarami całej planety lub dowolnych jej części

łata geodezyjna

przyrząd geodezyjny, który ustawiony na kolejnych punktach w terenie umożliwia obliczenie różnicy wysokości pomiędzy nimi; odczyt z łąty polega na podaniu wartości długości pionowej na łącie z precyzją równą 1 mm

niwelator

instrument służący do pomiaru różnic wysokości między jednym a drugim punktem w terenie; wyróżnia się niwelatory optyczne oraz niwelatory laserowe

osnowa geodezyjna

sieć punktów utworzona przez całą sieć triangulacyjną, trzystopniową

punkty triangulacyjne

wierzchołki sieci triangulacyjnej

reper

punkt o znanej wysokości

sieć triangulacyjna

sieć punktów triangulacyjnych, powstaje w wyniku triangulacji

tachymetria

geodezyjna metoda pomiarowa, która polega na określaniu odległości, kątów i różnicy wysokości

taśma miernicza

taśma stalowa o długości 20 m z naniesioną podziałką

teodolit

instrument geodezyjny do pomiaru kątów poziomych i kątów pionowych, wyznaczania azymutów oraz do pomiaru odległości, przy jego pomocy dokonujemy pomiaru terenu oraz wytyczania obiektów

triangulacja

podstawowa metoda miernicza w geodezji; polega na podziale obszaru na trójkąty

tyczka geodezyjna

przyrząd służący do oznaczania punktu w terenie, wykonany z drewna lub metalu, ma długość 2 metrów, pomalowany jest w biało-czerwone, poziome pasy

żabka

przy pomiarach wykonywanych na gruncie podmokłym, grząskim wykorzystuje się do stabilizacji stopy łąty

Film edukacyjny

Zapoznaj się z filmem, a następnie wykonaj polecenia.

Film dostępny pod adresem <https://zpe.gov.pl/a/DFvH84DsC>

Opracowanie merytoryczne: Małgorzata Luc, Jacek Szmańda

Źródło: Englishsquare.pl sp. z o.o., licencja: CC BY-SA 3.0.

Film nawiązujący do treści materiału

Polecenie 1

Czym jest wysokość względna, bezwzględna oraz poziom odniesienia?

Polecenie 2

Jak nazywa się odległość danego punktu od umownego poziomu, liczona wzdłuż linii pionowej przechodzącej przez ten punkt?

Polecenie 3

Jak nazywa się kąt poziomy pomiędzy dwoma kierunkami w terenie?

Polecenie 4

Jak nazywa się kąt liczony w płaszczyźnie pionowej a zawarty pomiędzy danym kierunkiem w terenie a jego rzutem na płaszczyznę poziomą?

Polecenie 5

Czym jest kierunek odniesienia?

Sprawdź się

Pokaż ćwiczenia:   

Ćwiczenie 1



Dokończ zdanie.

Punktem o znanej wysokości jest...

☐ punkt triangulacyjny.

☐ reper.

Ćwiczenie 2



Zaznacz prawidłowe dokończenie zdania.

Możemy określić współrzędne punktu za pomocą:

☐ wcięcia w górę.

☐ wcięcia w przód.

☐ wcięcia w dół.

☐ wcięcia w tył.

Ćwiczenie 3

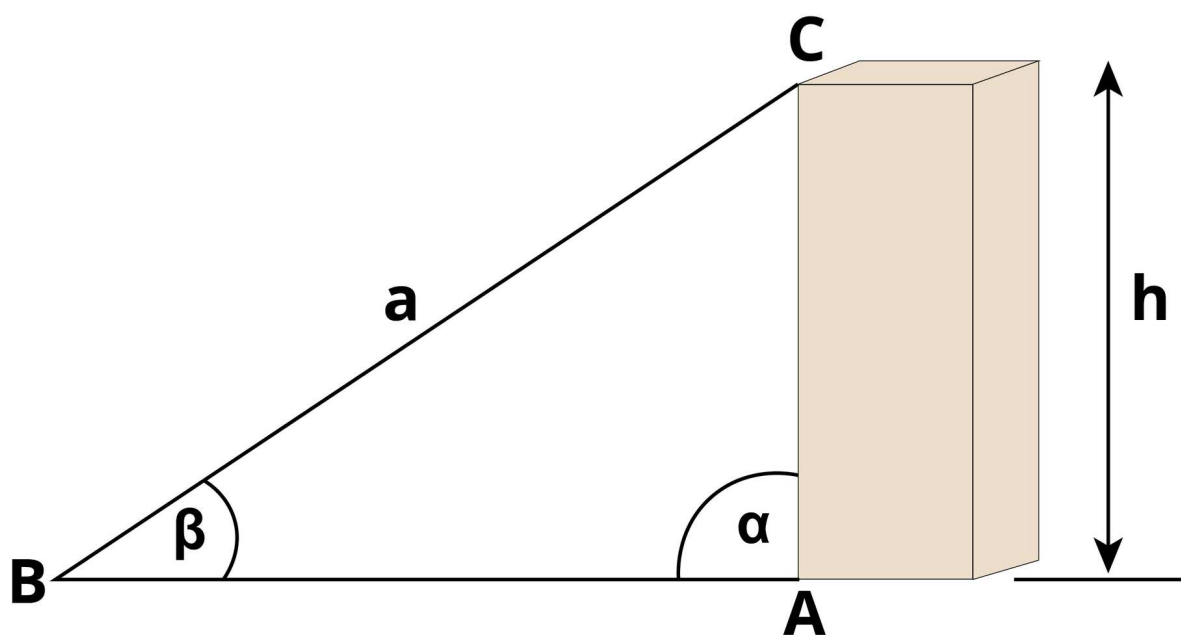


Dokonaj pomiaru teodolitem szkolnym i oblicz wysokość budynku, wiedząc, że:

$$c = 10 \text{ m}$$

$$\alpha = 90^\circ$$

$$\beta = 45^\circ$$

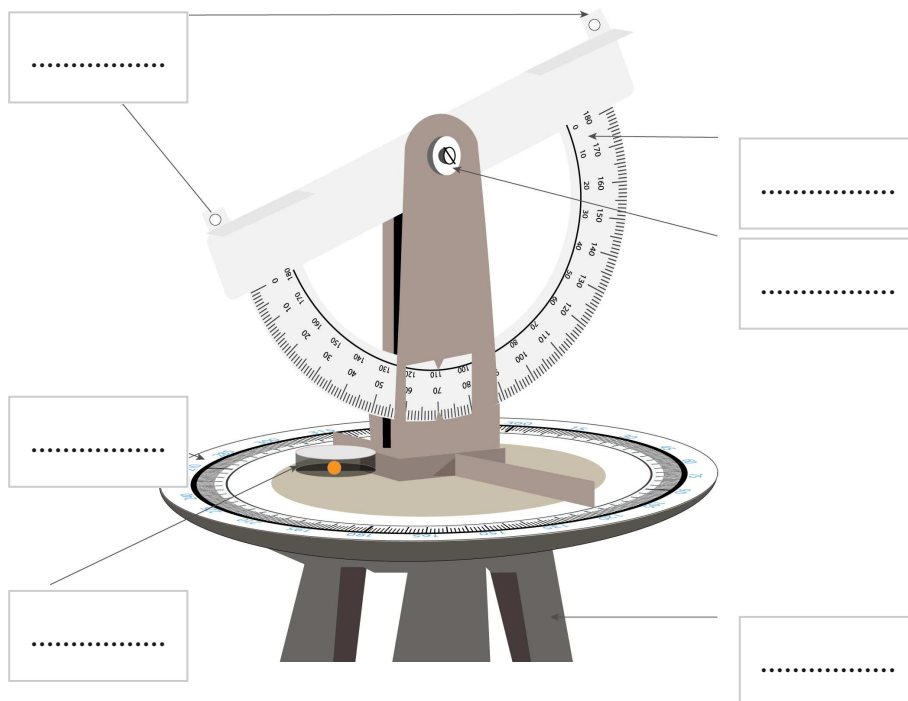


Ćwiczenie 4



Uzupełnij rysunek o nazwy poszczególnych komponentów budowy teodolitu szkolnego.

przechyl osiowy, luneta, poziomica, regulowane nogi, limbus, alidada

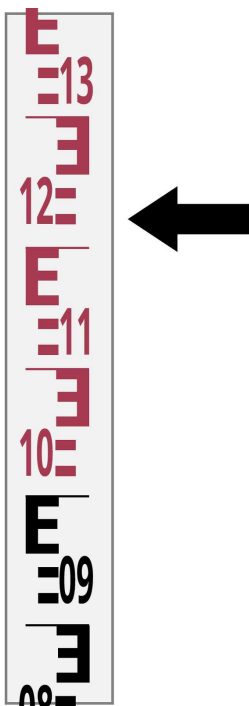


Ćwiczenie 5



Po zapoznaniu się z filmem edukacyjnym odpowiedz na pytanie.

Jaką wartość wskazuje strzałka na łacie?



Ćwiczenie 6



Wybierz poprawną odpowiedź. Odległość w terenie można zmierzyć przy pomocy:

☐ niwelatora.

☐ dalmierza.

☐ teodolitu.

☐ tachimetru.

☐ wszystkie odpowiedzi są poprawne.

Ćwiczenie 7



Co to jest osnowa geodezyjna?

☐ sieć trójkątów – sieć triangulacyjna

☐ sieć punktów o znanych wysokościach

☐ sieć reperów

☐ układ punktów niezbędnych do prowadzenia prac kartograficznych i geodezyjnych

☐ wszystkie odpowiedzi są poprawne

Ćwiczenie 8



Po obejrzeniu filmu edukacyjnego uzupełnij schemat i odpowiedz na pytanie.

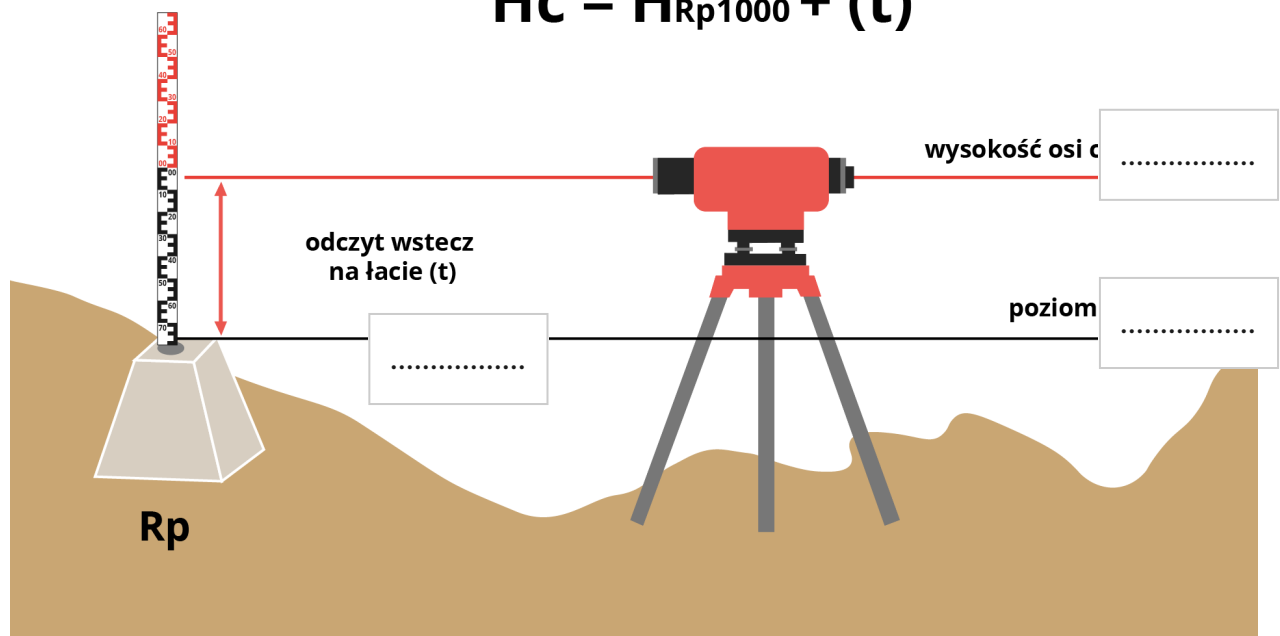
Jak obliczyć wysokość instrumentu na podstawie znanej wysokości repera, wiedząc, że:

reper = 133,120 m n.p.m.

odczyt wstecz na reper = 1,111 m

133,120 m, 1,111 m, 134,231 m

$$H_c = H_{Rp1000} + (t)$$



Dla nauczyciela

SCENARIUSZ LEKCJI

Autorzy: Małgorzata Luc, Jacek Szmańda

Przedmiot: geografia

Temat: Pomiary geodezyjne

Grupa docelowa: III etap edukacyjny, liceum/technikum, zakres podstawowy, klasa I

Podstawa programowa

I. Źródła informacji geograficznej, technologie geoinformacyjne oraz metody prezentacji danych przestrzennych: obserwacje, pomiary, mapy, fotografie, zdjęcia satelitarne, dane liczbowe oraz graficzna i kartograficzna ich prezentacja.

Uczeń:

4. podaje przykłady informacji pozyskiwanych na podstawie obserwacji i pomiarów prowadzonych w terenie.

Kształtowane kompetencje kluczowe:

- kompetencje w zakresie rozumienia i tworzenia informacji,
- kompetencje matematyczne oraz kompetencje w zakresie nauk przyrodniczych, technologii i inżynierii,
- kompetencje osobiste, społeczne i w zakresie umiejętności uczenia się.

Cele operacyjne

Uczeń:

- odczytuje pomiary na łacie geodezyjnej i oblicza kąty oraz odległości od obiektu,
- wymienia podstawowe metody pomiarów geodezyjnych i charakteryzuje ich znaczenie,
- objaśnia sposób wykonania niwelacji w terenie przy pomocy niwelatora.

Strategie nauczania: asocjacyjna, badawcza (problemowa)

Metody i techniki nauczania:

- kształcenie hybrydowe, polegające na połączeniu metod e-learningowych z ćwiczeniami praktycznymi wykonywanymi przy zastosowaniu narzędzi tradycyjnych,

- takich jak teodolit, niwelator, łąta geodezyjna,
- pokaz multimedialny,
 - metody podające – wykład informacyjny,
 - metody praktyczne – ćwiczenia praktyczne wykonywania pomiarów geodezyjnych.

Formy zajęć: praca indywidualna, praca w parach, praca całego zespołu klasowego

Środki dydaktyczne: teodolit szkolny, ryciny zawarte w e-materiale, znaki w terenie, mapa topograficzna

Materiały pomocnicze

M.-J. Kraak, F. Ormeing, *Kartografia – wizualizacja danych przestrzennych*, tłum. W. Żyszkowska, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 1998.

J. Pasławski, *Wprowadzenie do kartografii i topografii*, Wydawnictwo Nowa Era, Wrocław 2006.

PRZEBIEG LEKCJI

Przed lekcją uczniowie powinni zapoznać się z e-materiałem.

Faza wprowadzająca

- Nauczyciel prezentuje cele lekcji.
- Przedstawienie problematyki i jej wagi w życiu społecznym i gospodarczym.
- Wykład informacyjny – pokazanie i uświadomienie uczniom wagi podejmowanego tematu pomiarów geodezyjnych. Uzasadnienie tego znajduje się w części wprowadzającej i dotyczącej triangulacji. Odpowiedź na pytanie o wykorzystanie praktyczne tych metod znajduje się zarówno we wprowadzeniu teoretycznym, jak i w filmie edukacyjnym. Można to osiągnąć poprzez zadawanie uczniom na początku lekcji szeregu pytań o to, czy widzieli którąś z zaprezentowanych na rycinach (2–4) form zapisu w terenie wartości wysokości punktów. Poza tym można także odnieść się do dowolnego fragmentu mapy topograficznej i wspólnie odszukać na niej znaki topograficzne – trójkąty z kropką i opisem wysokości nad poziomem morza – i wówczas wyjaśnić, skąd wzięły się informacje o tym, jaką wysokość one przedstawiają.

Faza realizacyjna

- W części dotyczącej triangulacji, na podstawie ryciny 1, należy omówić sposób jej wykonywania, zwrócić szczególną uwagę na pojęcia: sieć triangulacyjna, punkty triangulacyjne, osnowa geodezyjna. Najlepiej odszukać wspólnie z uczniami reper w swojej miejscowości i wykorzystać jego wartość przy pomiarach.
- Jeżeli nauczyciel ma do dyspozycji teodolit szkolny, to przy jego pomocy wykonuje pokaz jego zastosowania do pomiaru kątów, a następnie uczniowie w parach

przeprowadzają dokładnie takie same działania. Jeżeli nauczyciel nie dysponuje teodolitem, przeprowadza symulację niwelacji, tak jak zostało to przedstawione na filmie zawartym w e-materiale.

- Nauczyciel w ramach podsumowania przedstawia uczniom w pigułce metody pomiarów geodezyjnych oraz charakteryzuje ich znaczenie.

Faza podsumowująca

- Nauczyciel wskazuje wagę pomiarów kątów, odległości i wysokości obiektów wykonywanych przez uczniów nawet prostymi metodami.
- Nauczyciel w podsumowaniu powinien zadać szereg pytań związanych z zaprezentowanymi metodami, by sprawdzić, czy uczniowie zrozumieli przedstawione treści.
- Nauczyciel ocenia pracę uczniów, biorąc pod uwagę ich możliwości i zaangażowanie.

Zadanie domowe

- Znajdź przykład repera w Polsce, najlepiej poszukaj w swojej miejscowości. Odczytaj z niego wartość wysokości.

Wskazówki metodyczne opisujące różne zastosowania danego multimedium

Film o pomiarach geodezyjnych ma również zastosowanie na innych lekcjach dotyczących kartografii, topografii oraz systemów informacji geograficznej (zakres podstawowy: I. 2, I. 8).

Część bloku tekstowego uczniowie mogą otrzymać jako materiał do przeczytania samodzielnego, jako pracę domową, albo może on być potraktowany jako pomocniczy w trakcie zajęć lekcyjnych.

Dobrze by było, żeby uczniowie mieli dostęp do teodolitu szkolnego, którego koszt obecnie (grudzień 2020 r.) szacuje się na 200–250 zł.