

00

# BIBLIOTEKA TOPOGRAFII

Kompletna wizualna biblioteka  
od podstaw do pracy w terenie



110 stron



100 tematów



język polski



## POMIARY



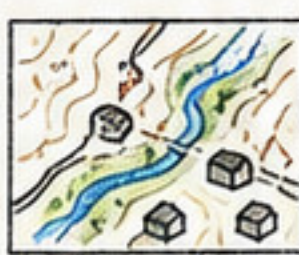
Odległości, kąty,  
wysokości

## INSTRUMENTY



Niwelatory, teodolity,  
tachimetrie, GNSS

## PLANIMETRIA



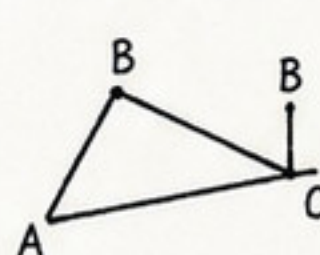
Mapy, szkice,  
skala, osnowy

## ALTIMETRIA



Niwelacja, wysokości,  
przekroje terenu

## TACHIMETRIA



Pomiary biegunowe,  
obliczenia, wcięcia

## GPS / GNSS



Współrzędne, układy,  
nawigacja



Zrozum topografię.  
Opanuj narzędzia.  
Pracuj z pewnością.

- ✓ Przejrzyste wyjaśnienia krok po kroku
- ✓ Liczne ilustracje, przykłady i schematy
- ✓ Teoria połączona z praktyką terenową
- ✓ Idealne dla studentów i profesjonalistów



## BIBLIOTEKA TOPOGRAFII

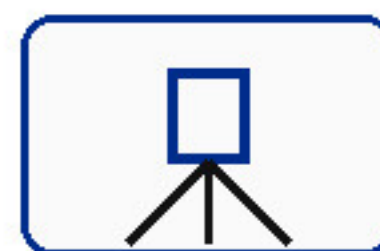
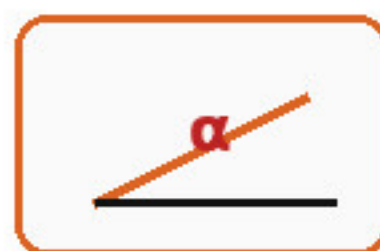
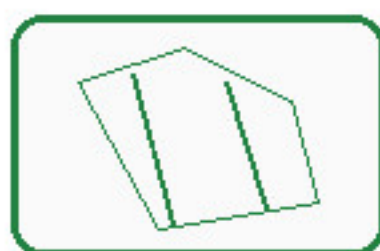
© 2026. Wszelkie prawa zastrzeżone.

Niniejsza publikacja ma charakter edukacyjny i została przygotowana jako materiał do nauki, powtórek oraz uporządkowania podstawowych pojęć topografii.

Zabrania się kopiowania, rozpowszechniania, odsprzedawania, udostępniania publicznego oraz publikowania całości lub fragmentów materiału bez zgody właściciela praw.

Materiał nie zastępuje zajęć praktycznych, instrukcji terenowych ani pomiarów wykonywanych zgodnie z obowiązującymi normami, procedurami i wymaganiami danej pracy.

Produkt: Biblioteka Topografii





**MODUŁ 1 — PODSTAWY TOPOGRAFII****04-24**

Podstawy, skale, współrzędne, teren, warstwie, datum.

**MODUŁ 2 — POMIARY TOPOGRAFICZNE****25-45**

Odległości, kąty, azymuty, spadki, błędy i tolerancje.

**MODUŁ 3 — INSTRUMENTY TOPOGRAFICZNE****46-66**

Niwelator, teodolit, tachimetr, GNSS i wyposażenie.

**MODUŁ 4 — PLANIMETRIA****67-87**

Ciągi, metody pomiaru, szkic, współrzędne, powierzchnie.

**MODUŁ 5 — ALTIMETRIA****88-98**

Wysokości, niwelacja, profile, warstwie i kontrola.

**MODUŁ 6 — TACHIMETR I GPS****99-109**

Tachimetr, RTK, GNSS, UTM, CORS i fotogrametria.

**ZAKRES STRON**

- |                      |                           |
|----------------------|---------------------------|
| ✓ 00 Capa            | ✓ 46-66 Moduł 3           |
| ✓ 01 Prawa autorskie | ✓ 67-87 Moduł 4           |
| ✓ 02 Spis treści     | ✓ 88-98 Moduł 5           |
| ✓ 03 Wprowadzenie    | ✓ 99-109 Moduł 6          |
| ✓ 04-24 Moduł 1      | ✓ 110 stron materiału     |
| ✓ 25-45 Moduł 2      | ✓ PDF do nauki i powtórek |

Każda strona przedstawia jeden temat w prosty, wizualny sposób: definicja, schemat, przykład i praktyczna wskazówka.



## WITAJ W BIBLIOTECIE TOPOGRAFII

Ten materiał został zaprojektowany tak, aby prowadzić Cię krok po kroku: od zrozumienia podstaw topografii po praktyczne korzystanie z pomiarów, instrumentów, szkiców, współrzędnych i danych terenowych. Każda strona skupia się na jednym temacie. Dzięki temu możesz uczyć się systematycznie, wracać do wybranych zagadnień i szybko powtarzać najważniejsze informacje przed pracą w terenie lub ćwiczeniami.

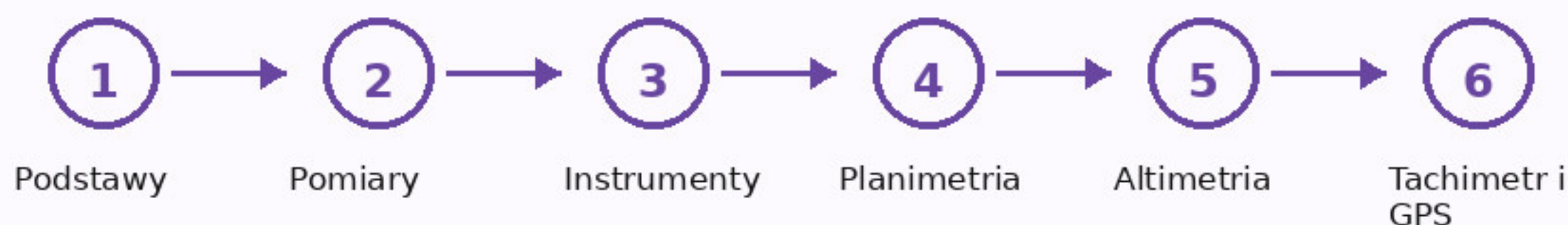
## JAK KORZYSTAĆ Z MATERIAŁU

- Najpierw przeczytaj krótką definicję i główną zasadę.
- Obejrzyj schematy: pokazują relacje między punktami, osiami i instrumentami.
- Przepisz przykłady obliczeń do notatnika, aby utrwalić wzory.
- Wracaj do pasków „Pamiętaj”, gdy robisz powtórkę.

## CO ZYSKASZ?

- ✓ lepsze rozumienie planów topograficznych
- ✓ pewniejsze odczytywanie danych terenowych
- ✓ świadome korzystanie ze skal, współrzędnych i wysokości
- ✓ porządek w podstawach przed pracą praktyczną

## ŚCIEŻKA NAUKI



Ucz się spokojnie, porównuj rysunki z praktyką i zawsze pytaj: co mierzę, do czego odnoszę wynik i jak mogę go sprawdzić?



# MODUŁ 1

## PODSTAWY TOPOGRAFII

W tym module poznasz kluczowe pojęcia, narzędzia i zasady, które są podstawą każdej pracy topograficznej.

### 1 CZYM JEST TOPOGRAFIA?

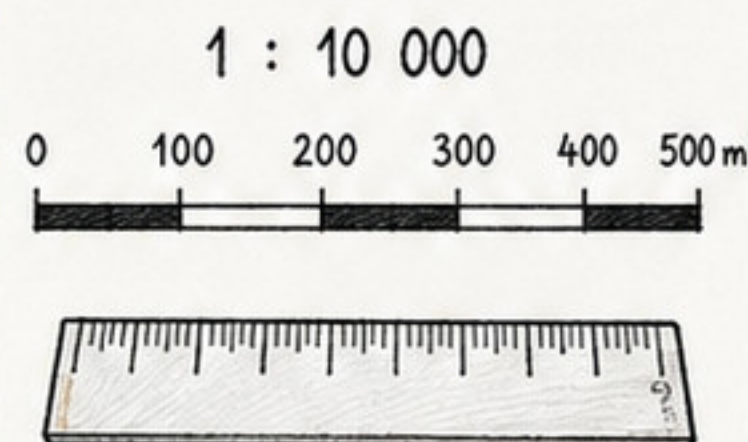


### 2 DZIAŁY TOPOGRAFII

- pomiarowa
- planimetryczna
- wysokościowa
- inżynierska
- katastralna



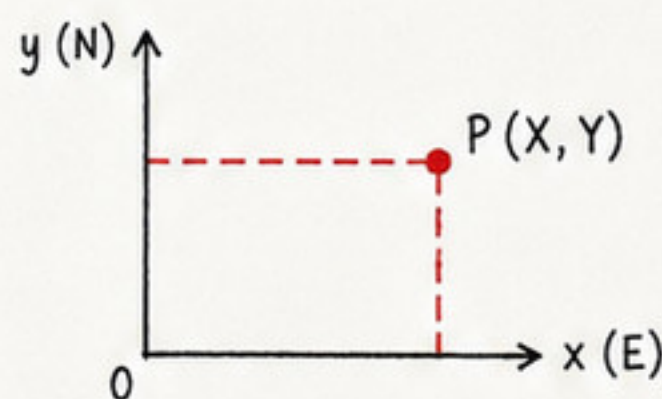
### 3 SKALE TOPOGRAFICZNE



### 4 PLANY TOPOGRAFICZNE



### 5 WSPÓŁRZĘDNE I UKŁADY



- ✓ określanie położenia punktów
- ✓ układy współrzędnych (UTM)

### 6 PUNKTY KONTROLNE



- ✓ punkty osnowy
- ✓ stabilność i dokładność
- ✓ podstawa wiarygodnych pomiarów

### 7 DATUM GEODEZYJNE

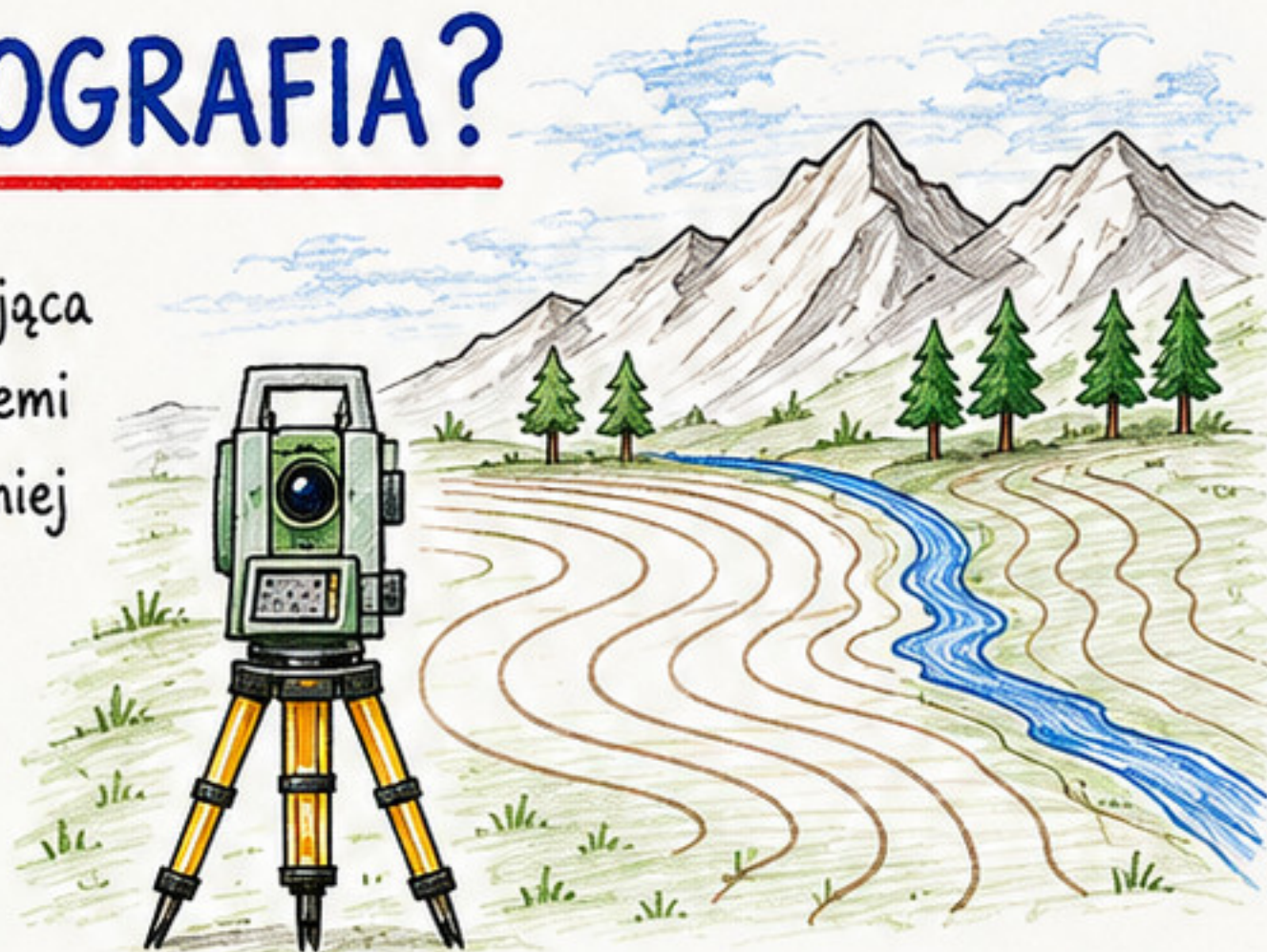


- ✓ odniesienie do Ziemi
- ✓ systemy odniesienia (np. WGS 84)
- ✓ klucz do poprawnych porównań pomiarów



# ① CZYM JEST TOPOGRAFIA?

Topografia to nauka i dziedzina techniki zajmująca się pomiarem i przedstawianiem powierzchni Ziemi wraz z jej ukształtowaniem oraz obiektami na niej występującymi.



## GŁÓWNE CELE

- Określanie położenia punktów na powierzchni.
- Pomiar odległości, kątów i wysokości.
- Graficzne przedstawianie terenu na planach i mapach.
- Dostarczanie dokładnych danych wspierających projektowanie i realizację inwestycji.

## ZASTOSOWANIA



## ELEMENTY, KTÓRE SIĘ MIERZY



Odległość (d)



Kąt ( $\alpha$ )



Wysokość (h)

## NACHYLENIE

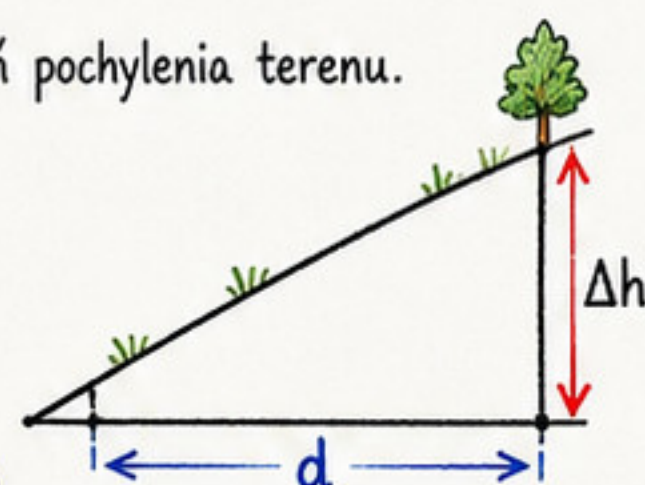
Nachylenie wskazuje stopień pochylenia terenu.

$$i = \frac{\Delta h}{d} \times 100$$

i – nachylenie (%)

$\Delta h$  = różnica wysokości (m)

d = odległość pozioma (m)



## NOWOCZESNE INSTRUMENTY

Stacja totalna



Mierzy kąty, odległości i wysokości.

Niwelator automatyczny



Umożliwia dokładne wyznaczenie różnic wysokości.

GPS/GNSS



Wyznacza współrzędne położenia w czasie rzeczywistym.

Łata niwelacyjna



Służy do odczytów podczas niwelacji.



## ZNACZENIE

Bez pomiarów topograficznych nie można dokładnie planować ani realizować projektów inżynieryjnych.



# ⑥ JEDNOSTKI MIARY W TOPOGRAFII

## CO TO JEST?

Jednostki miary to umowne wielkości, które umożliwiają jednoznaczne określanie i porównywanie wielkości w pracy topograficznej. W topografii stosujemy uznane jednostki dla długości, powierzchni, wysokości i kątów.



### ① DŁUGOŚĆ

Podstawowe jednostki długości:

mm – milimetr      cm – centymetr  
m – metr              km – kilometr

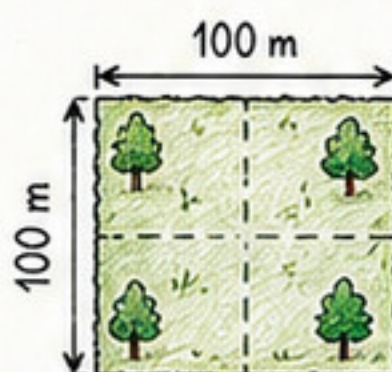
mm  $\xrightarrow{\times 10}$  cm  $\xrightarrow{\times 10}$  m  $\xrightarrow{\times 10}$  km



### ② POWIERZCHNIA

Podstawowe jednostki powierzchni:

m<sup>2</sup> – metr kwadratowy      ar – ar (100 m<sup>2</sup>)  
ha – hektar (100 ar)      km<sup>2</sup> – kilometr kwadratowy

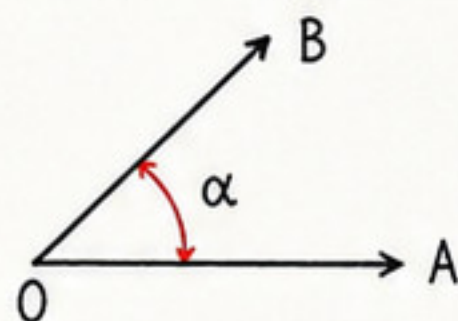


1 ar = 100 m<sup>2</sup>  
1 ha = 100 ar = 10 000 m<sup>2</sup>  
1 km<sup>2</sup> = 100 ha = 1 000 000 m<sup>2</sup>

### ③ KĄTY

W topografii stosujemy stopnie (°), minuty (′), sekundy (″) oraz gony (gon).

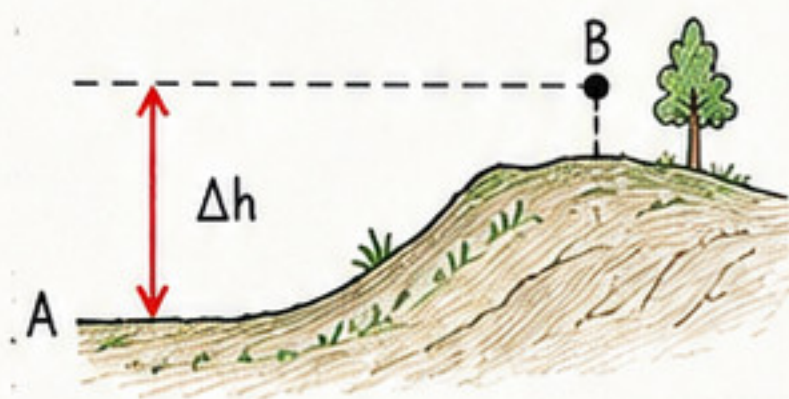
- 1° = 60′
- 1′ = 60″
- 360° = 400 gon



Przykład: 23° 15′ 30″ = 23,2583°  
100 gon = 90°

### ④ WYSOKOŚĆ I RÓŻNICA WYSOKOŚCI

Wysokość punktu oraz różnice wysokości mierzymy zwykle w metrach (m).



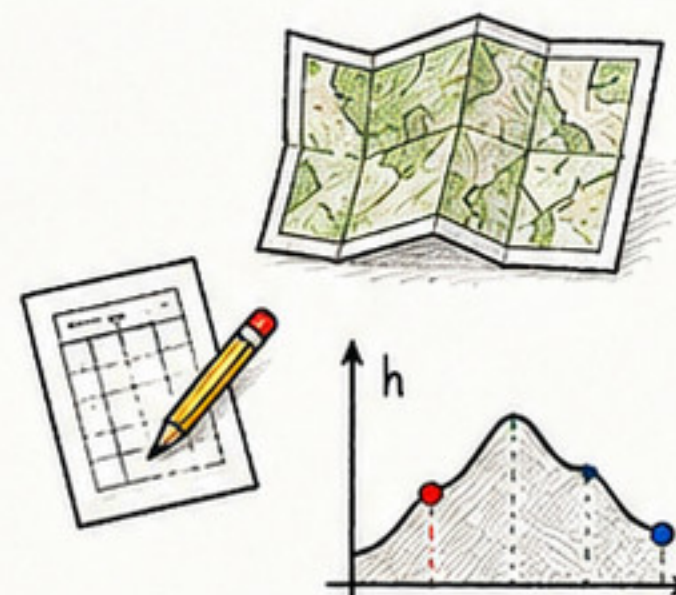
$\Delta h = h_B - h_A$   
jednostka: metr (m)

### ⑤ PRZYKŁADY PRZELICZEŃ

- 250 cm = 2,5 m
- 1,2 km = 1200 m
- 3500 mm = 3,5 m
- 2 ha = 20 000 m<sup>2</sup>
- 75 ar = 7500 m<sup>2</sup>
- 3 km<sup>2</sup> = 300 ha = 3 000 000 m<sup>2</sup>

### ⑥ ZASTOSOWANIA

- ✓ pomiary terenowe
- ✓ sporządzanie map
- ✓ obliczenia powierzchni i objętości
- ✓ analiza wysokościowa
- ✓ projekty inżynierskie



### PAMIĘTAJ

Stosowanie właściwych jednostek miary jest kluczowe!

Błędy w jednostkach prowadzą do błędnych obliczeń i złej interpretacji danych.



# ③ SKALE TOPOGRAFICZNE

Skala to zależność matematyczna, która zachodzi między odległością mierzoną na planie (mapie) a jej odpowiednikiem w terenie.

WZÓR

$E = \text{skala}$

$$E = \frac{dp}{dt}$$

$dp = \text{odległość na planie}$

$dt = \text{odległość w terenie}$

## TYPY SKALI

### ① Skala liczbowa

Jest wyrażana za pomocą ułamka, który wskazuje, ile razy został pomniejszony teren.

Przykład

1 : 500

↓  
1 jednostka  
na planie

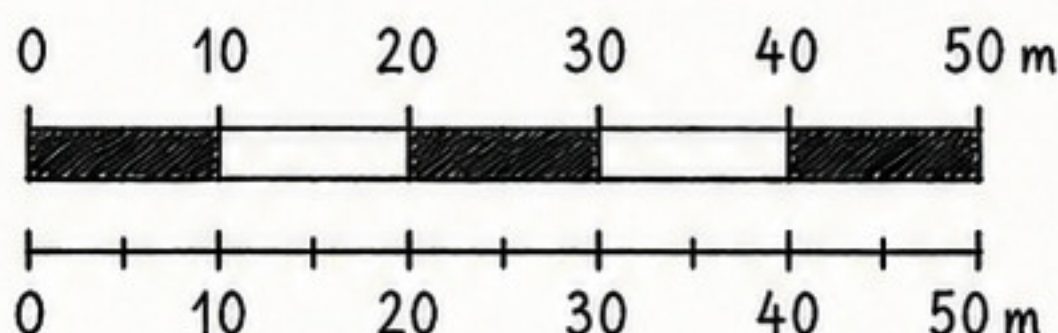
↓  
500 jednostek  
w terenie

Wyjaśnienie:

1 cm na planie = 500 cm w terenie  
czyli = 5 m w terenie

### ② Skala graficzna

Jest przedstawiana w postaci linii podzielonej na równe części, która pozwala mierzyć bezpośrednio na planie.



Każdy odcinek  
oznacza 10 m  
w terenie

### ③ Skala słowna

Jest wyrażana słownie i opisuje zależność między planem a terenem.

Przykład:

Każdy 1 cm odpowiada 50 m  
w terenie

Wyjaśnienie:

1 cm na planie = 50 m w terenie

## DOBÓR SKALI

Skalę dobiera się zależnie od wielkości terenu, obszaru opracowania i ilości wymaganych szczegółów.

| OBSZAR OPRACOWANIA | ZALECANE SKALE |          |           | TYPOWE ZASTOSOWANIA                                        |
|--------------------|----------------|----------|-----------|------------------------------------------------------------|
| Duże obszary       | 1:25 000       | 1:50 000 | 1:100 000 | badania regionalne, mapy orientacyjne, rozpoznanie wstępne |
| Obszary średnie    | 1:5 000        | 1:2 000  | 1:1 000   | projekty dróg, urbanistyka, plany ogólne                   |
| Małe obszary       | 1:500          | 1:200    | 1:100     | roboty budowlane, działki, szczegóły konstrukcyjne         |

## PRZYKŁAD OBLICZENIA

Jeśli na planie w skali 1:500 odcinek ma długość 2,5 cm, jaka jest jego długość rzeczywista w terenie?

$$E = 1:500$$

$$dp = 2,5 \text{ cm}$$

$$dt = dp \times 500$$

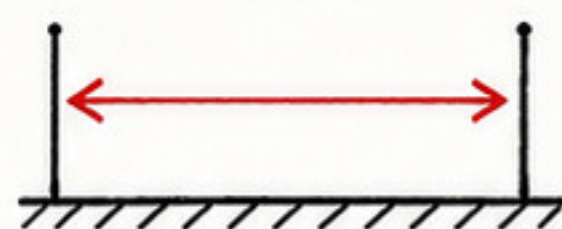
$$dt = 2,5 \times 500$$

$$dt = 1250 \text{ cm} = 12,5 \text{ m}$$

WYNIK

12,5 m

TEREN



### WAŻNE!

- Skala mała (np. 1:50 000) obejmuje duży obszar, ale pokazuje mniej szczegółów.
- Skala duża (np. 1:500) pokazuje więcej szczegółów, ale na mniejszym obszarze.

### REKOMENDACJA

Dobieraj skalę do celu pomiaru i potrzebnego poziomu szczegółowości oraz pracy na planie.





# ④ RODZAJE PLANÓW TOPOGRAFICZNYCH

## CO TO JEST?

Plan topograficzny to dokładne, płaskie przedstawienie fragmentu terenu na mapie w określonej skali. Pokazuje kształt terenu oraz położenie obiektów naturalnych i sztucznych wraz z informacjami niezbędnymi do prac projektowych i inżynierskich.



## GŁÓWNE RODZAJE

### ① PLAN SYTUACYJNY

Przedstawia położenie obiektów na powierzchni terenu bez uwzględniania wysokości.



### ② PLAN WYSOKOŚCIOWY

Przedstawia ukształtowanie terenu, czyli wysokościowe formy powierzchni ziemi (warstwy, punkty wysokości).



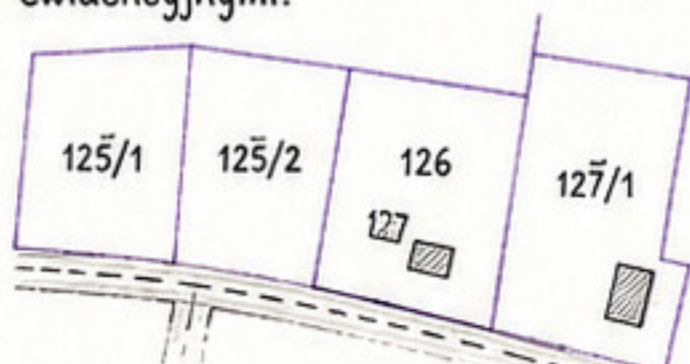
### ③ PLAN SYTUACYJNO-WYSOKOŚCIOWY

Pokazuje jednocześnie położenie obiektów oraz ukształtowanie terenu (najczęściej stosowany w projektowaniu).



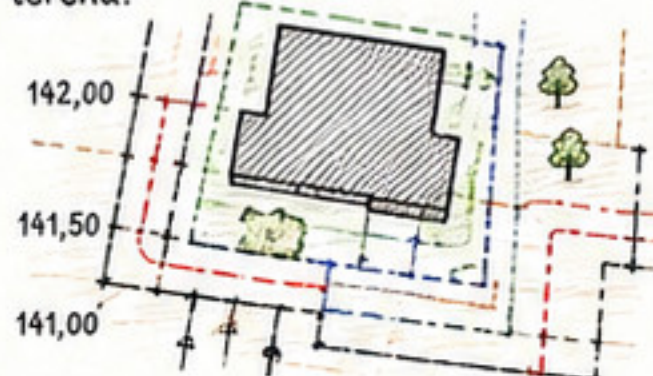
### ④ PLAN EWIDENCYJNY (KATASTRALNY)

Przedstawia granice i numery działek ewidencyjnych wraz z informacjami ewidencyjnymi.



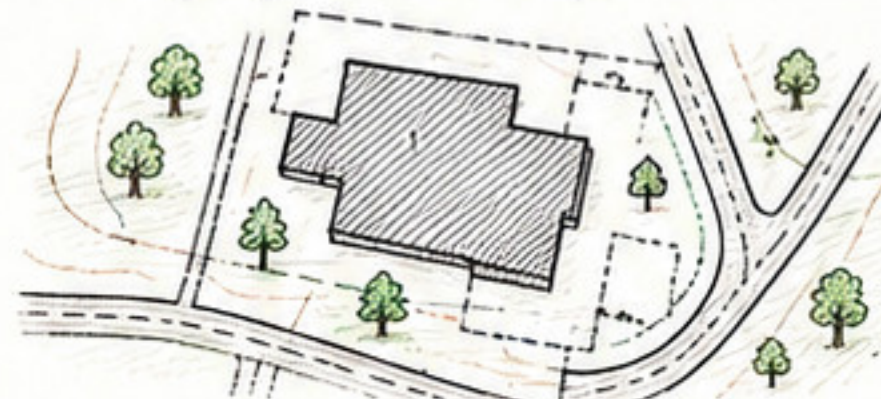
### ⑤ PLAN REALIZACYJNY

Służy do wytyczania i realizacji inwestycji. Zawiera projektowane obiekty i elementy zagospodarowania terenu.



### ⑥ PLAN INWENTARYZACYJNY

Przedstawia istniejący stan zagospodarowania terenu i obiektów budowlanych na potrzeby inwentaryzacji i dokumentacji.



## ELEMENTY PLANU

- Skala – określa, jak odległości na planie odnoszą się do rzeczywistych. 0 50 100 m
- Legenda / znaki umowne – objaśnia znaczenie symboli użytych na planie.
- Kierunek północy – wskazuje orientację planu.
- Siatka / współrzędne – umożliwia dokładne odniesienie do układu współrzędnych.
- Znaki umowne – symbole obiektów i elementów terenu.
- Opisy – nazwy, numery, poziomy, uwagi techniczne. 142,6 dz. 125/1

## KIEDY STOSOWAĆ?

| Rodzaj planu                   | Typowe zastosowanie                                              |
|--------------------------------|------------------------------------------------------------------|
| ① Plan sytuacyjny              | pełna inwentaryzacja obiektów, analizy układu terenu             |
| ② Plan wysokościowy            | analiza rzeźby terenu, obliczenia ziemne, projektowanie niwelety |
| ③ Plan sytuacyjno-wysokościowy | projektowanie dróg, sieci, budynków, planowanie inwestycji       |
| ④ Plan ewidencyjny             | podziały działek, ewidencja gruntów, sprawy własnościowe         |
| ⑤ Plan realizacyjny            | wytyczanie obiektów, realizacja inwestycji, nadzór budowlany     |
| ⑥ Plan inwentaryzacyjny        | inwentaryzacje powykonawcze, modernizacje, przebudowy            |



## PAMIĘTAJ

Wybór rodzaju planu zależy od celu prac oraz informacji, które są potrzebne do podjęcia decyzji i realizacji zadania.

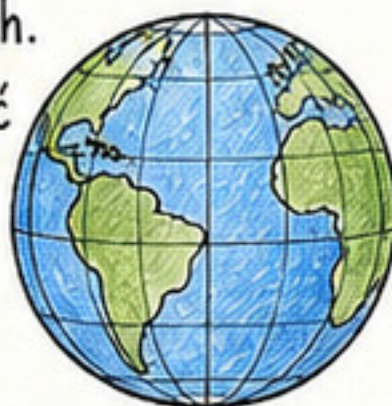


# 5 WSPÓŁRZĘDNE PÓŁNOCNE I WSCHODNIE

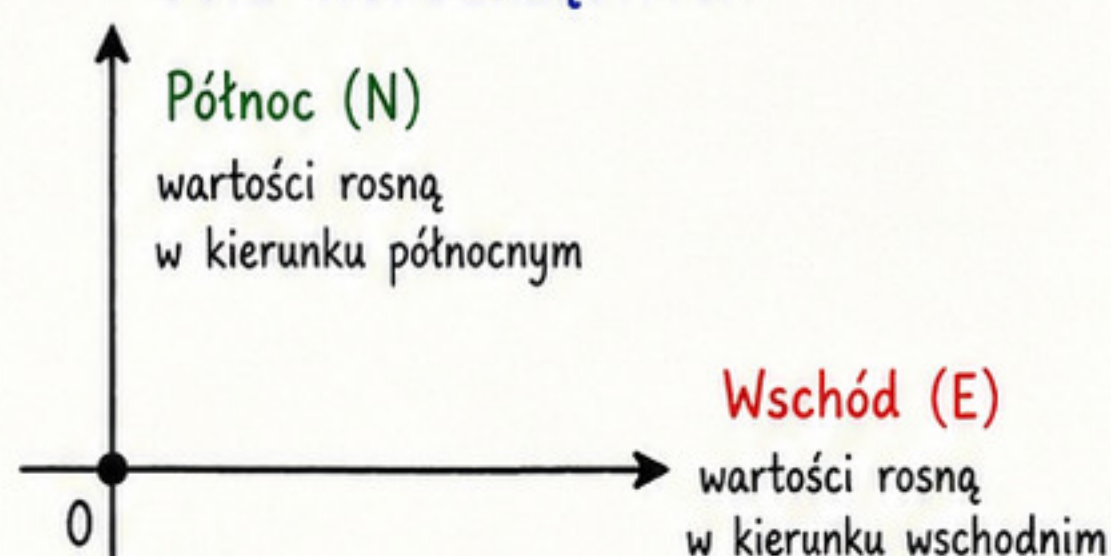
## CO TO JEST?

Współrzędne północne i wschodnie to liczby określające położenie punktu na powierzchni Ziemi w płaskim układzie współrzędnych. Dzięki nim można jednoznacznie wskazać miejsce w terenie.

Najczęściej zapisuje się je jako parę wartości: (E, N).



## OSIE WSPÓŁRZĘDNYCH



Początek układu (0,0) zależy od zastosowanego układu odniesienia.

## JAK ODCZYTYWAĆ?

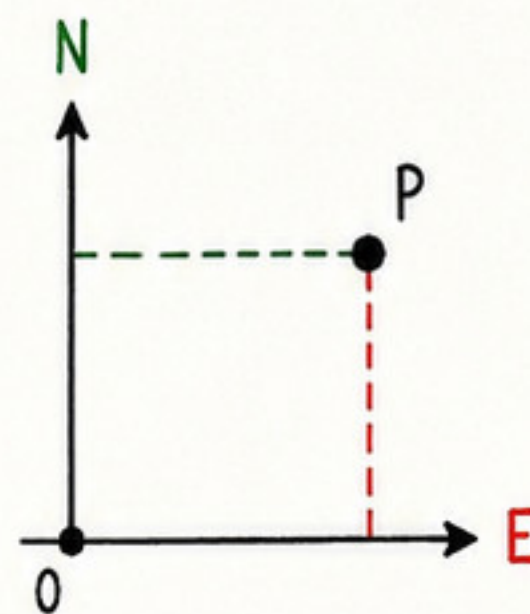
- ✓ Współrzędna wschodnia (E) określa położenie punktu na osi wschód-zachód.
- ✓ Współrzędna północna (N) określa położenie punktu na osi południe-północ.
- ✓ Wartości współrzędnych odczytuje się ze stałego układu odniesienia (np. układ PL-2000, WGS 84).

## PRZYKŁAD

Dla punktu P odczytano współrzędne:

$$\begin{aligned} E &= 448251 \text{ m} \\ N &= 5411932 \text{ m} \end{aligned}$$

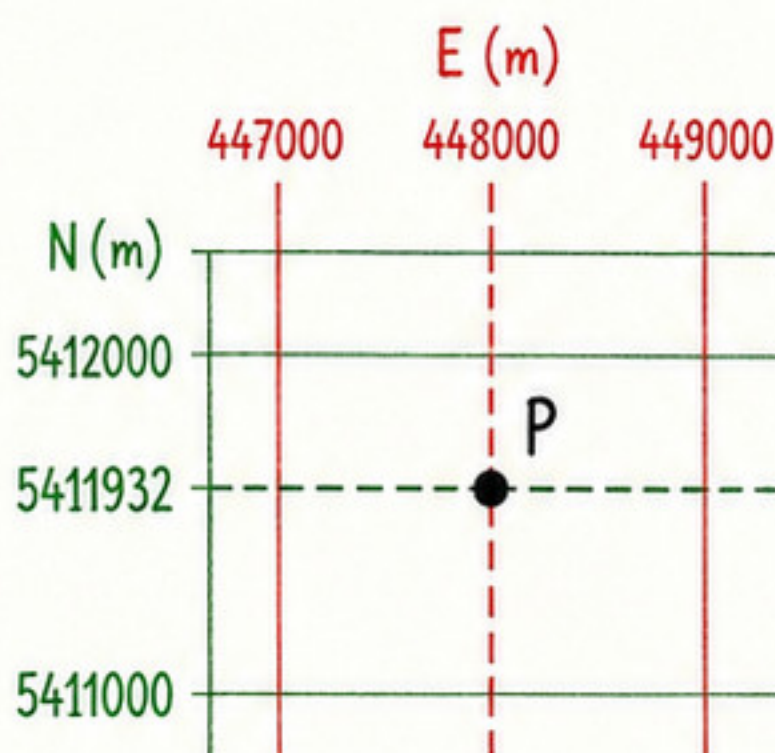
Zapisujemy: P (448251 ; 5411932)  
E N



## SIATKA I PUNKT

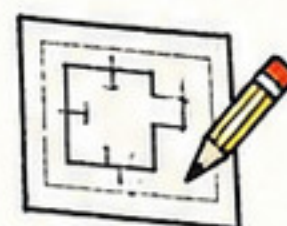
Układ współrzędnych często przedstawia się w postaci siatki. Każda linia ma stałą wartość E (pionowe linie) lub N (poziome linie).

Punkt P leży na przecięciu linii N = 5411932 m i E = 448251 m.



## ZASTOSOWANIA

- mapy topograficzne
- geodezja i pomiary
- nawigacja GPS/GNSS
- projektowanie i budownictwo



## PAMIĘTAJ

- Zawsze używaj tego samego układu odniesienia (np. PL-2000, WGS 84).
- Różne układy mają różne początki i skale — współrzędnych nie można ze sobą mieszać.



- Zwracaj uwagę na zapis jednostek (metry).
- Sprawdzaj kolejność zapisu: najpierw E (wschodnia), potem N (północna).



W topografii mierzymy długości, wysokości, kąty, powierzchnie oraz nachylenia. Każdy wynik wymaga prawidłowej jednostki i czytelnego zapisu.

## DŁUGOŚĆ

- milimetr - mm
- centymetr - cm
- metr - m
- kilometr - km

---

1 m = 100 cm  
 1 m = 1000 mm  
 1 km = 1000 m  
 2,35 km = 2350 m

## WYSOKOŚĆ

- wysokość punktu - H
- różnica wysokości -  $\Delta h$
- najczęściej w metrach

---

$H_1 = 126,420 \text{ m}$   
 $H_2 = 124,870 \text{ m}$   
 $\Delta h = 1,550 \text{ m}$

## KATY

- stopień - °
- minuta kątowna - '
- sekunda kątowna - ''

---

$1^\circ = 60'$   
 $1' = 60''$   
 pełny obrót =  $360^\circ$   
 pełny obrót = 400 gon

## POWIERZCHNIA

- metr kwadratowy -  $\text{m}^2$
- ar - a
- hektar - ha
- kilometr kwadratowy -  $\text{km}^2$

---

1 a =  $100 \text{ m}^2$   
 1 ha =  $10\,000 \text{ m}^2$   
 1  $\text{km}^2$  = 100 ha  
 $25\,000 \text{ m}^2 = 2,5 \text{ ha}$

## SPADEK

- spadek w procentach (%)
- spadek jako stosunek
- zawsze zgodne jednostki

---

$i = \Delta h / d \times 100\%$   
 $\Delta h = 2 \text{ m}$   
 $d = 40 \text{ m}$   
 $i = 5\%$

## NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

- pomylenie cm z m
- brak jednostki przy wyniku
- błędna zamiana  $\text{m}^2$  na ha
- zapis kąta bez stopni, minut i sekund

## PAMIĘTAJ

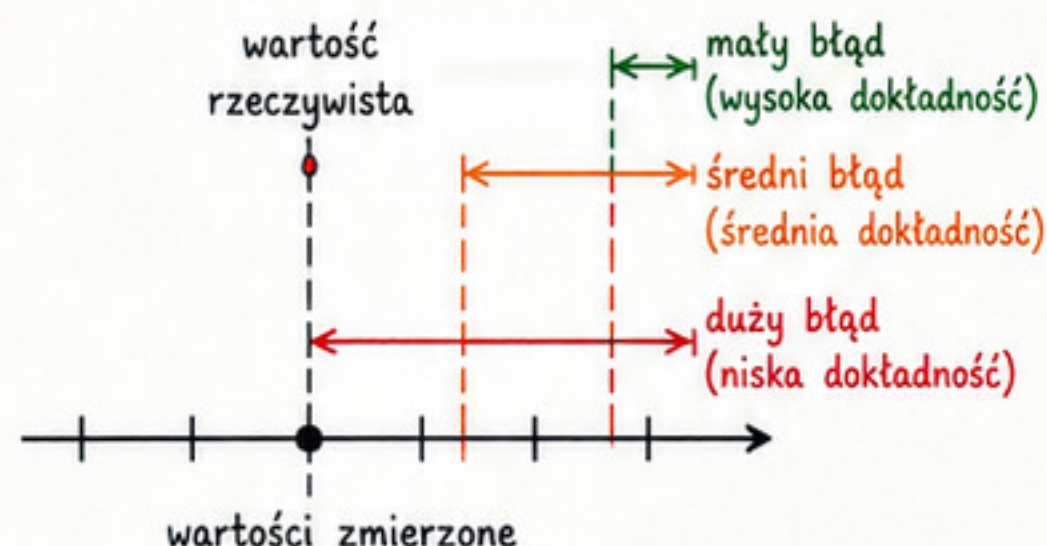
Każdy wynik pomiaru powinien zawierać wartość liczbową oraz jednostkę. Przed obliczeniami upewnij się, że wszystkie dane są zapisane w tych samych jednostkach.



# 7 POZIOMY DOKŁADNOŚCI W TOPOGRAFII

## 1 CO OZNACZA DOKŁADNOŚĆ?

Dokładność określa, jak blisko zmierzona wartość jest rzeczywistej wartości oraz jak mały jest dopuszczalny błąd pomiaru.



## 2 TRZY POZIOMY

### NISKA DOKŁADNOŚĆ



Przykłady zastosowania:

- szybka orientacja w terenie
- rozpoznanie wstępne
- prace planistyczne na wczesnym etapie

### ŚREDNIA DOKŁADNOŚĆ



Przykłady zastosowania:

- projekty dróg lokalnych
- sieci uzbrojenia terenu
- mapy do celów projektowych

### WYSOKA DOKŁADNOŚĆ



Przykłady zastosowania:

- budownictwo inżynieryjne
- inwestycje wymagające precyzji
- monitoring przemieszczeń i deformacji

## 3 CZYNNIKI WPŁYWAJĄCE



Instrument – jakość i stan techniczny sprzętu oraz jego kalibracja.



Metoda pomiaru – zastosowana technika i procedury pomiarowe.



Operator – doświadczenie, umiejętności i staranność pomiarowa.



Warunki atmosferyczne – temperatura, wiatr, opady i widzialność.



Ukształtowanie terenu – nachylenia, przeszkody, widoczność i dostępność punktów.

## 4 PRZYKŁADOWE TOLERANCJE

Orientacyjne dopuszczalne błędy ( $\pm$ ) w zależności od poziomu dokładności i rodzaju pomiaru.

| Rodzaj pomiaru                 | PROSTA ORIENTACJA (niska) | PRACE STANDARDOWE (średnia) | POMIARY PRECYZYJNE (wysoka) |
|--------------------------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Położenie punktu (planimetria) | $\pm 5 \text{ m}$         | $\pm 0,20 \text{ m}$        | $\pm 0,01 \text{ m}$        |
| Wysokość punktu (niwelacja)    | $\pm 0,50 \text{ m}$      | $\pm 0,02 \text{ m}$        | $\pm 0,005 \text{ m}$       |
| Kąt poziomy                    | $\pm 1^\circ$             | $\pm 20''$                  | $\pm 2''$                   |
| Długość linii                  | $\pm 1 : 500$             | $\pm 1 : 2000$              | $\pm 1 : 10000$             |

Uwaga: wartości mają charakter orientacyjny i zależą od sprzętu oraz zastosowanej metody.

## 5 PRECYZJA A DOKŁADNOŚĆ

Różnica między precyzją (powtarzalnością) a dokładnością (bliskością wartości rzeczywistej).

| Wysoka precyzja<br>Wysoka dokładność | Wysoka precyzja<br>Niska dokładność   | Niska precyzja<br>Wysoka dokładność      | Niska precyzja<br>Niska dokładność    |
|--------------------------------------|---------------------------------------|------------------------------------------|---------------------------------------|
|                                      |                                       |                                          |                                       |
| punkty skupione blisko środka        | punkty skupione, ale daleko od środka | punkty rozproszone, ale w pobliżu środka | punkty rozproszone i daleko od środka |

## 6 JAK POPRAWIĆ WYNIKI?



- ✓ Kalibracja sprzętu – regularnie sprawdzaj i kalibruj instrumenty.



- ✓ Kontrola pomiarów – wykonuj pomiary kontrolne i sprawdzaj zgodność wyników.



- ✓ Stabilny sprzęt – ustaw instrument stabilnie i wypoziomuj go dokładnie.



- ✓ Dobre punkty odniesienia – wybieraj punkty o pewnej lokalizacji i dobrej widoczności.



- ✓ Powtórzenie odczytów – wykonuj wielokrotne odczyty i uśredniaj wyniki.



## 7 PAMIĘTAJ

Poziom wymaganej dokładności zależy od celu pomiarów. Nie zawsze potrzebna jest najwyższa precyzja – ważne, by zastosować dokładność odpowiednią do zadania.



# 8

# METODY POMIARÓW TOPOGRAFICZNYCH

W topografii stosuje się różne metody pomiarów, które pozwalają określić położenie punktów, kształt terenu oraz obiektów. Wybór metody zależy od celu pracy, wymaganej dokładnością i warunków terenowych.

## 1 POMIAR BEZPOŚREDNI

Bezpośrednie mierzenie odległości na krótkich odcinkach przy użyciu prostych narzędzi.

- taśma
- łata
- przymiar



## 2 POMIAR KĄTOWY

Wyznaczanie kątów poziomych i pionowych za pomocą instrumentów kątowych.

- teodolit
- tachimetr



## 3 POMIAR WYSOKOŚCIOWY

Określanie różnic wysokości między punktami za pomocą niwelatora i łaty.

- niwelator
- łata niwelacyjna



## 4 POMIAR TACHIMETRYCZNY

Szybkie wyznaczanie odległości, kątów poziomych i pionowych oraz współrzędnych punktów za pomocą tachimetru.



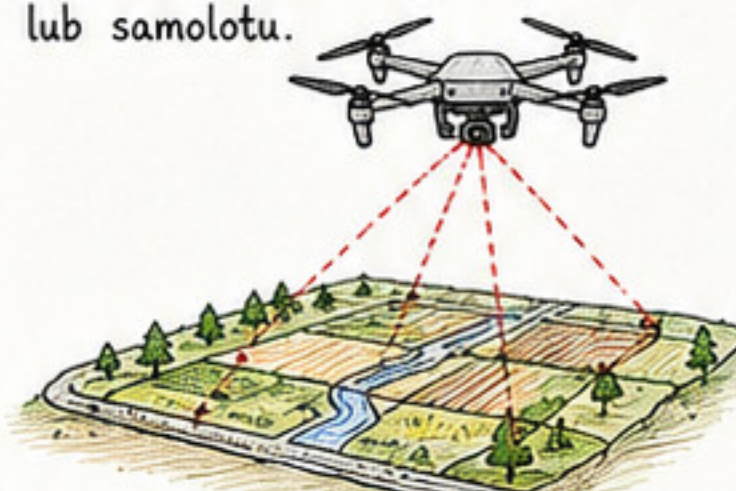
## 5 POMIAR GPS/GNSS

Wyznaczanie współrzędnych punktów z obserwacji satelitów. Praca w czasie rzeczywistym lub w postprocessingu.



## 6 FOTOGRAMETRIA

Określanie położenia punktów i obiektów na podstawie zdjęć lotniczych wykonanych z drona lub samolotu.



## JAK WYBRAĆ METODĘ?



### CEL

Co chcemy osiągnąć?



### DOKŁADNOŚĆ

Jaka dokładność jest wymagana?



### TEREN

Jakie są warunki terenowe?



### CZAS

Ile czasu mamy na realizację?



### SPRZĘT

Jakim sprzętem dysponujemy?

## ZALETY I OGRANICZENIA

| METODA           | ZALETY                                         | OGRANICZENIA                              |
|------------------|------------------------------------------------|-------------------------------------------|
| 1 Bezpośrednia   | prosta, tania, szybka na krótkich odcinkach    | mały zasięg, niższa dokładność            |
| 2 Kątowa         | wysoka dokładność kątów, uniwersalna           | nie mierzy odległości bezpośrednio        |
| 3 Wysokościowa   | dokładne różnice wysokości                     | wymaga widoczności między punktami        |
| 4 Tachimetryczna | szybkość, kompleksowe dane                     | wyższy koszt sprzętu, wymaga obsługi      |
| 5 GPS/GNSS       | duży zasięg, szybkie wyznaczanie współrzędnych | zależność od sygnału, przeszkody terenowe |
| 6 Fotogrametria  | pokrycie dużych obszarów, modele 3D            | zależność od pogody, obróbka danych       |



## PAMIĘTAJ

Nie ma jednej najlepszej metody do każdego zadania. Dobra praktyka to właściwy dobór metody do celu i warunków pracy.

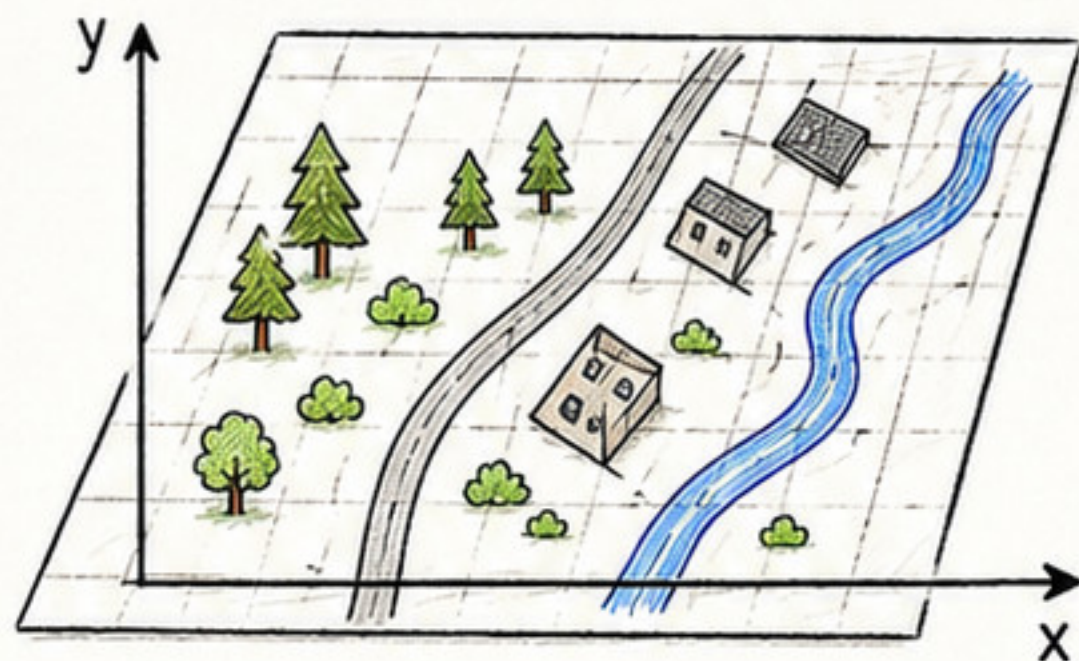


# 9 TOPOGRAFIA PLANIMETRYCZNA

## 1 CO TO JEST?

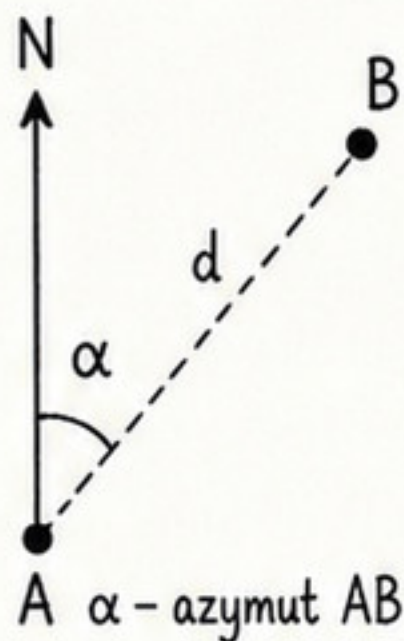
Topografia planimetryczna to dział topografii zajmujący się określaniem położenia punktów na powierzchni Ziemi w płaskim układzie współrzędnych. Opisuje tylko położenie poziome (bez wysokości).

Wynik przedstawiany jest na planie (mapie) w skali.



## 2 CO SIĘ OKREŚLA?

- współrzędne punktu:  $x, y$
- odległość między punktami
- kierunek (prosta łącząca punkty)
- azymut (kąt od północy zgodnie z ruchem wskazówek zegara)



## 3 CO POKAZUJE PLAN?

- drogi i ulice
- budynki
- rzeki i cieki wodne
- granice i ogrodzenia
- drzewa i inne obiekty w widoku z góry



## 4 METODY I NARZĘDZIA

taśma  
miernicza



teodolit



tachimetr

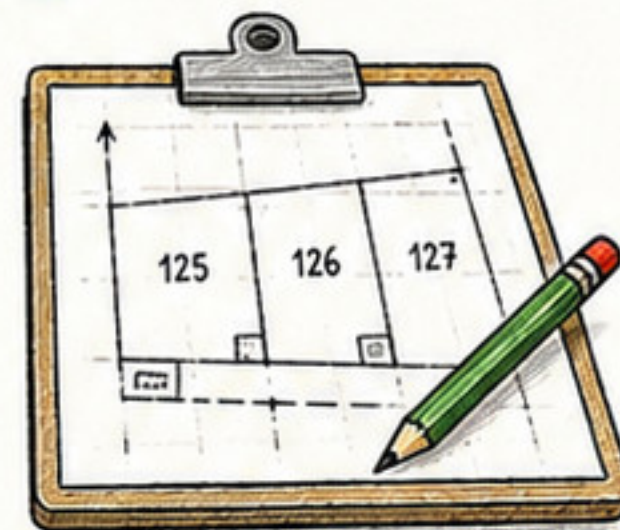


GPS



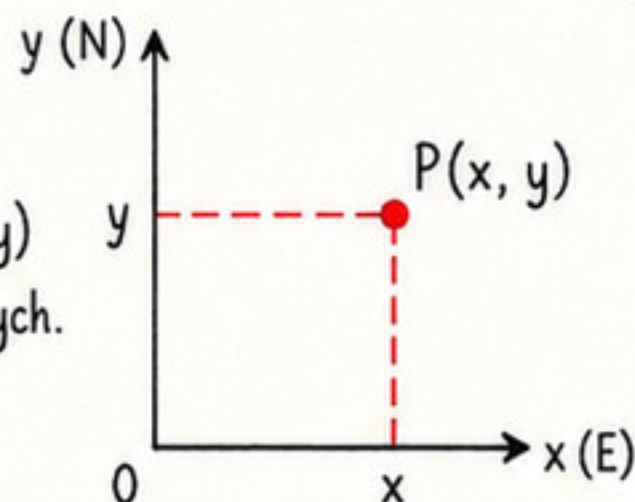
## 5 ZASTOSOWANIA

- mapy sytuacyjne
- podziały działek
- planowanie inwestycji
- szkice terenowe



## 6 PRZYKŁAD

Punkt P ma współrzędne  $(x, y)$  w płaskim układzie współrzędnych.



## 7 PAMIĘTAJ



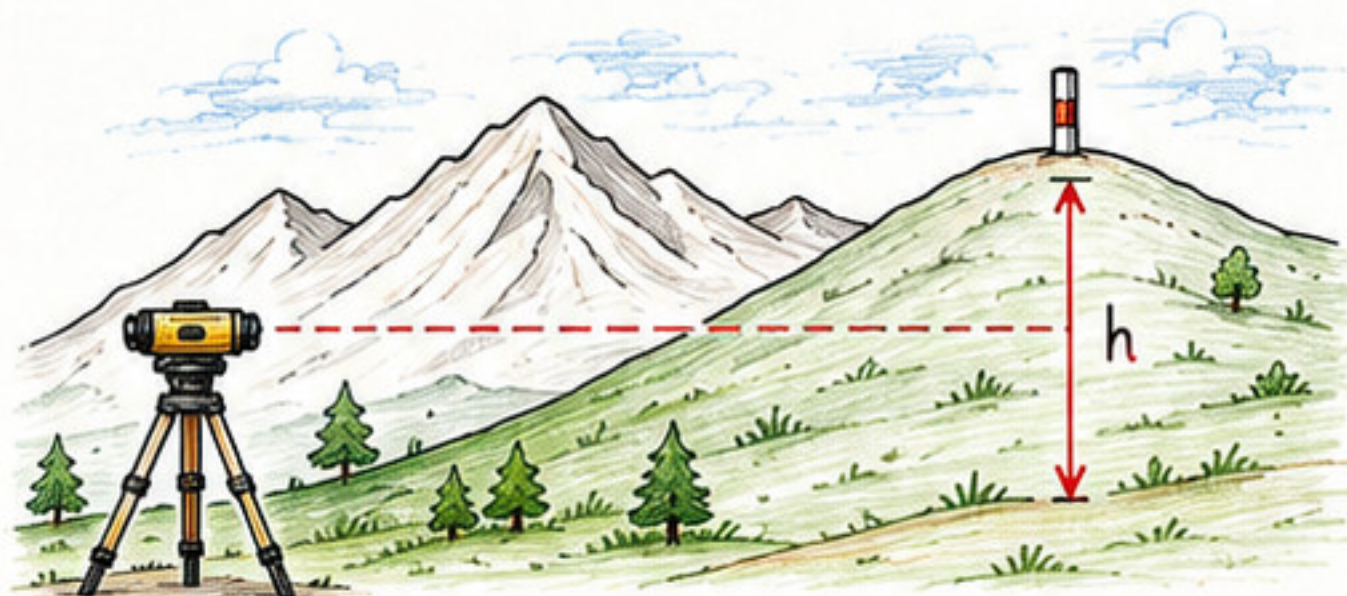
Topografia planimetryczna nie opisuje wysokości. Określa wyłącznie położenie poziome punktów.



# 10 TOPOGRAFIA WYSOKOŚCIOWA

## 1 CO TO JEST?

Topografia wysokościowa zajmuje się określaniem wysokości punktów na powierzchni Ziemi oraz różnic wysokości między nimi. Pozwala opisać ukształtowanie terenu w wymiarze pionowym.



## 2 PODSTAWOWE POJĘCIA

- Wysokość ( $H$ ) – odległość pionowa punktu od poziomu odniesienia.
- Różnica wysokości ( $\Delta h$ ) – różnica między wysokościami dwóch punktów.
- Reper – stabilizowany punkt o znanej wysokości, służący jako punkt odniesienia.
- Poziom odniesienia – umowna powierzchnia, od której mierzy się wysokości (najczęściej poziom morza).

## 3 JAK PRZEDSTAWIA SIĘ WYSOKOŚĆ?

- Warstwiec – linie łączące punkty o jednakowej wysokości.



- Profile terenu – wykresy przedstawiające przebieg wysokości wzdłuż linii.

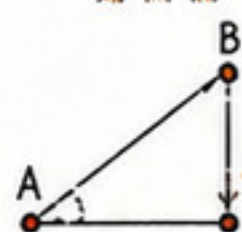


- Punkty wysokościowe – punkty o znanej wysokości zapisane cyfrą, np. 142,6. • 142,6

## 4 METODY POMIARU



- Niwelacja – wyznaczanie różnic wysokości za pomocą niwelatora i łaty.



- Pomiar trygonometryczny – obliczanie różnicy wysokości na podstawie kąta nachylenia i odległości.



- Tachimetr – pomiar kątów i odległości z jednoczesnym wyznaczaniem wysokości.



- Wspomagająco GNSS – wyznaczanie wysokości metodami satelitarnymi (z uwzględnieniem geoida).

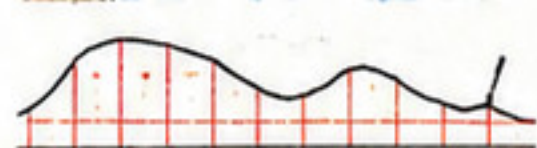
## 5 ZASTOSOWANIA



- Projektowanie i kontrola poziomu dróg.



- Kanały i ciekі – zapewnienie prawidłowych spadków.



- Profile terenu i analiza ukształtowania.

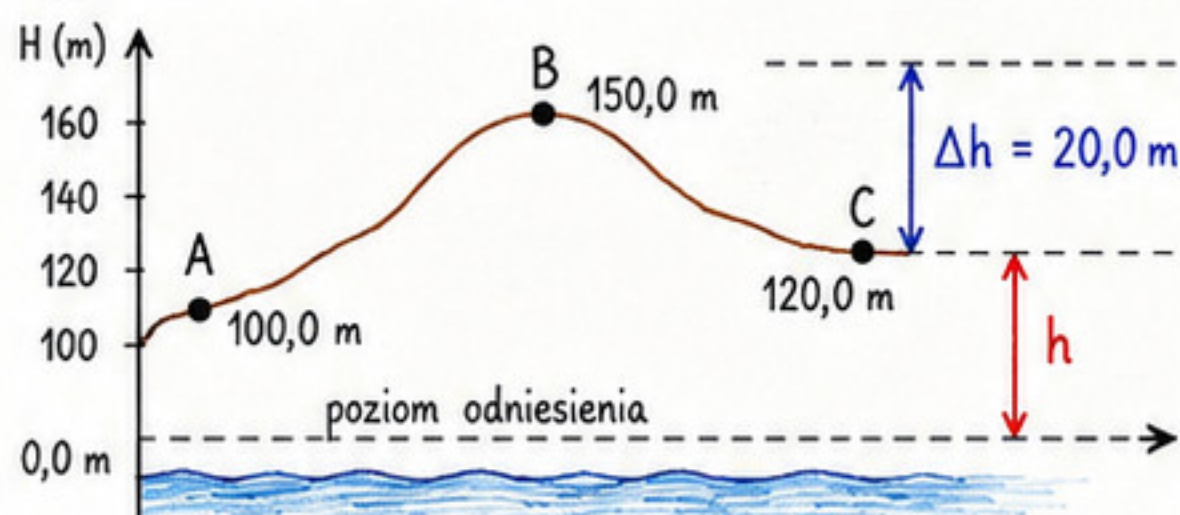


- Roboty ziemne – obliczanie objętości wykopów i nasypów.



- Budownictwo – niwelacja fundamentów, posadowienie obiektów.

## 6 PRZYKŁAD GRAFICZNY



## 7 PAMIĘTAJ

Wysokości zawsze odnoszą się do przyjętego poziomu odniesienia lub układu odniesienia. Bez tego nie mają jednoznacznego znaczenia.



# 11 TOPOGRAFIA SYTUACYJNO-WYSOKOŚCIOWA

## 1 CO TO JEST?

Topografia sytuacyjno-wysokościowa to forma przedstawienia terenu, która łączy informacje o położeniu obiektów (w planie) z informacjami o wysokościach (rzędnych terenu).



## 2 CO ŁĄCZY?

położenie  
obiektów  
(sytuacja)



+

wysokości  
terenu  
(rzędne)

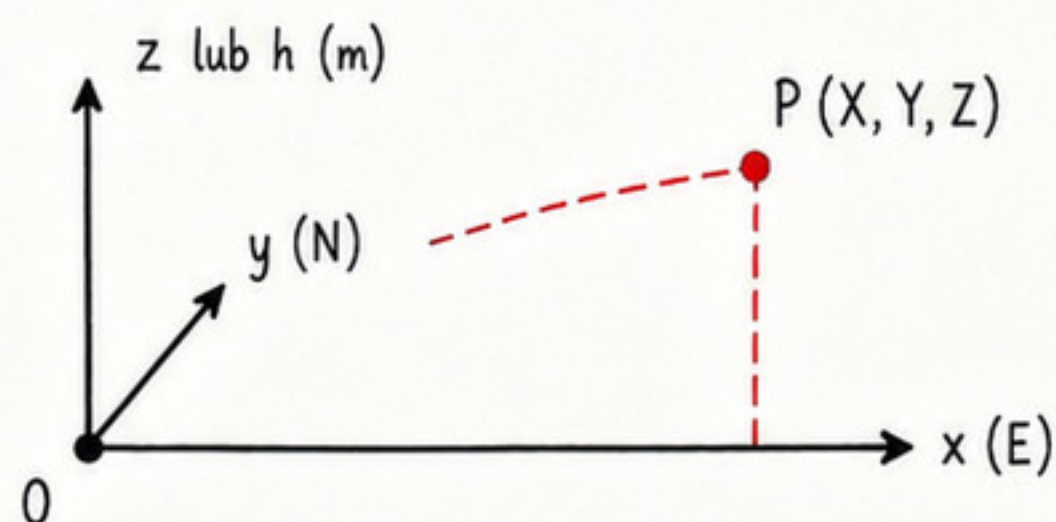


## 3 JAKIE DANE ZAWIERA?

- punkty osnowy i szczegółowe
- drogi i komunikację
- budynki i inne obiekty
- granice działek i obszarów
- warstwie (izohipsy)
- rzędne punktów charakterystycznych  $\blacktriangle 142,6$

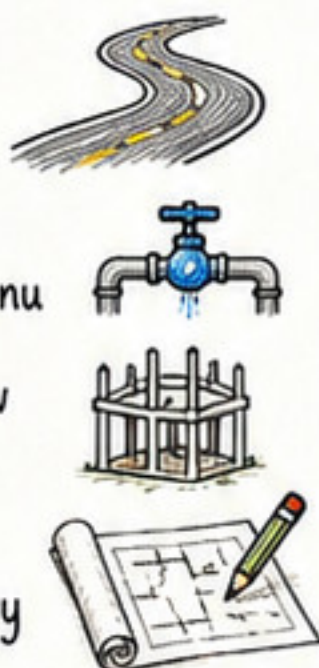
## 4 WSPÓŁRZĘDNE PUNKTU

Każdy punkt opisany jest trzema współzrędnymi:  $(X, Y, Z)$  lub  $(X, Y, h)$

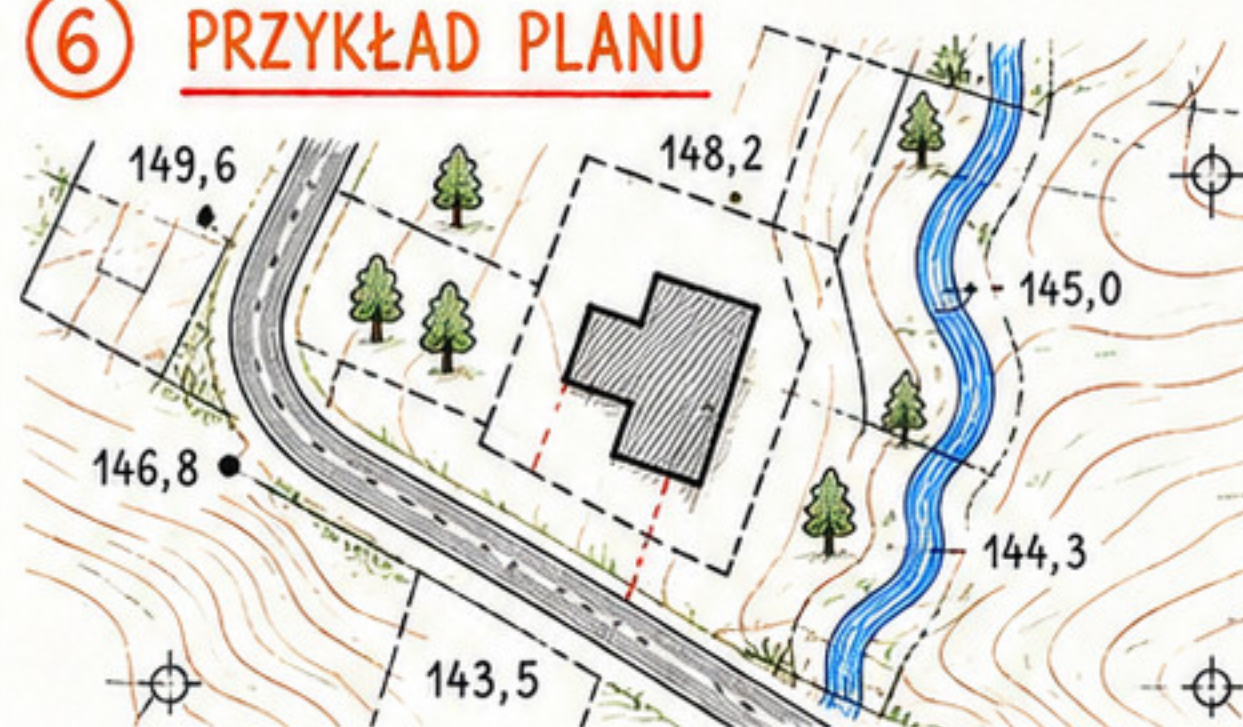


## 5 ZASTOSOWANIA

- ✓ projektowanie dróg i ulic
- ✓ projektowanie sieci uzbrojenia terenu
- ✓ projektowanie budynków i obiektów
- ✓ mapy do planowania inwestycji
- ✓ analiza terenu i warunków zabudowy



## 6 PRZYKŁAD PLANU



## 7 ZALETY

- ✓ pełny opis terenu w jednym dokumencie
- ✓ dokładne odwzorowanie położenia obiektów i wysokości terenu
- ✓ podstawa do projektowania i realizacji inwestycji
- ✓ umożliwia analizę spadków i ukształtowania terenu



### PAMIĘTAJ

Topografia sytuacyjno-wysokościowa daje najbardziej kompletny obraz warunków panujących na terenie i jest niezbędna w każdej inwestycji.



# 12 RÓŻNICA MIĘDZY PLANIMETRIĄ A ALTIMETRIĄ

## CO PORÓWNUJEMY?

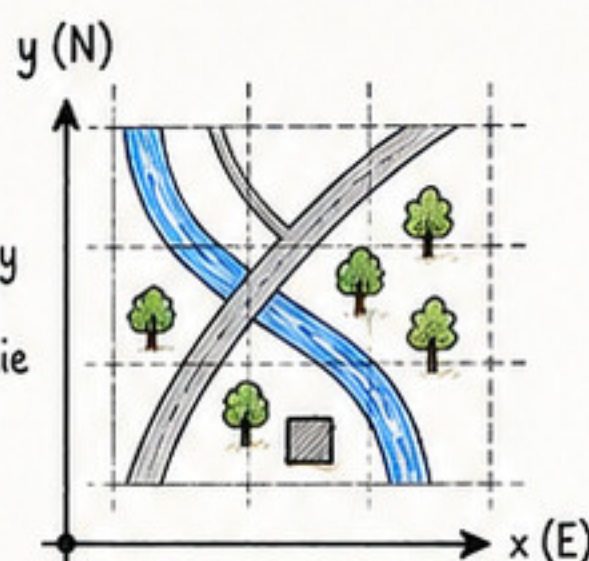
Planimetria i altimetria to dwa uzupełniające się podejścia do opisu terenu. Każde z nich odpowiada na inne pytania.



### PLANIMETRIA

Co mierzy i opisuje?

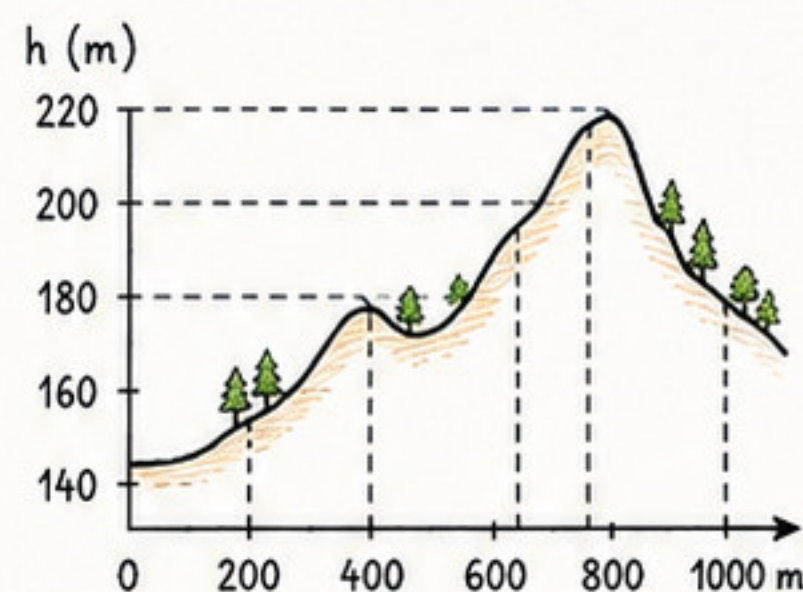
- położenia poziome
- w układzie współrzędnych x-y
- odległości i kierunki w poziomie
- obiekty i ich rozmieszczenie na planie



### ALTIMETRIA

Co mierzy i opisuje?

- wysokości punktów
- różnice wysokości
- profile terenu
- ukształtowanie terenu



| PORÓWNANIE          | PLANIMETRIA                                                             | ALTIMETRIA                                                                       |
|---------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------|
| Co określa?         | położenie poziome obiektów                                              | wysokości i kształt terenu                                                       |
| Wynik               | współrzędne (x, y), odległości, kierunki                                | wysokości (h), różnice wysokości, profile                                        |
| Przykład            | współrzędne domu: $x = 543210$ m,<br>$y = 5413500$ m                    | wysokość punktu: $h = 186,40$ m n.p.m.<br>różnica wysokości: $\Delta h = 12,5$ m |
| Typowe zastosowanie | wyznaczanie granic, mapy sytuacyjne, projekty sieci, ewidencja obiektów | profilowanie terenu, niwelacje, obliczenia ziemne, inżynieria                    |

### RAZEM

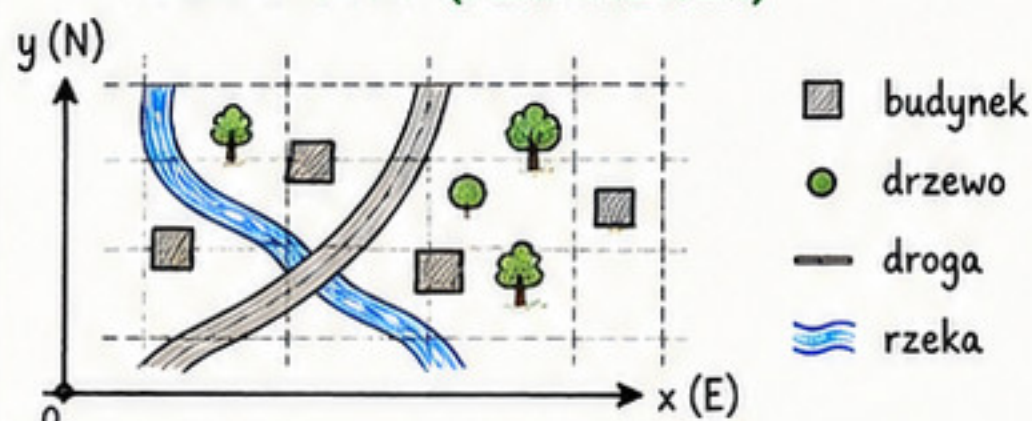
Połączenie planimetrii i altimetrii daje pełny obraz terenu:



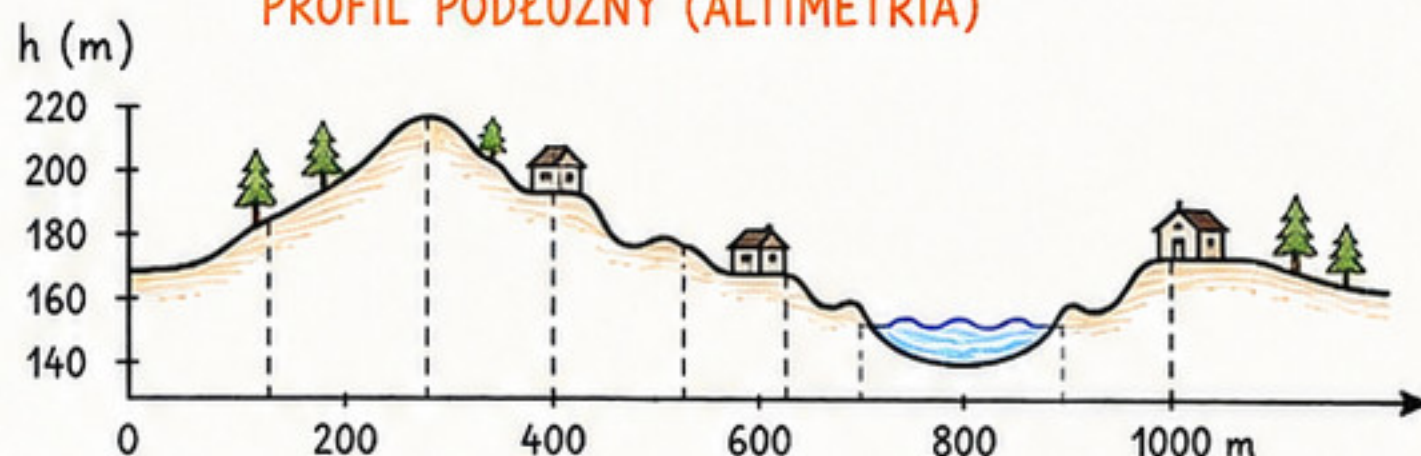
= mapa sytuacyjno-wysokościowa

- ✓ położenie poziome (x, y)
- ✓ wysokości (h, n.p.m.)
- ✓ ukształtowanie i obiekty

### WIDOK Z GÓRY (PLANIMETRIA)



### PROFIL PODŁUŻNY (ALTIMETRIA)



### PAMIĘTAJ

- Planimetria odpowiada na pytanie: **GDZIE?**
- Altimetria odpowiada na pytanie: **JAK WYSOKO?**

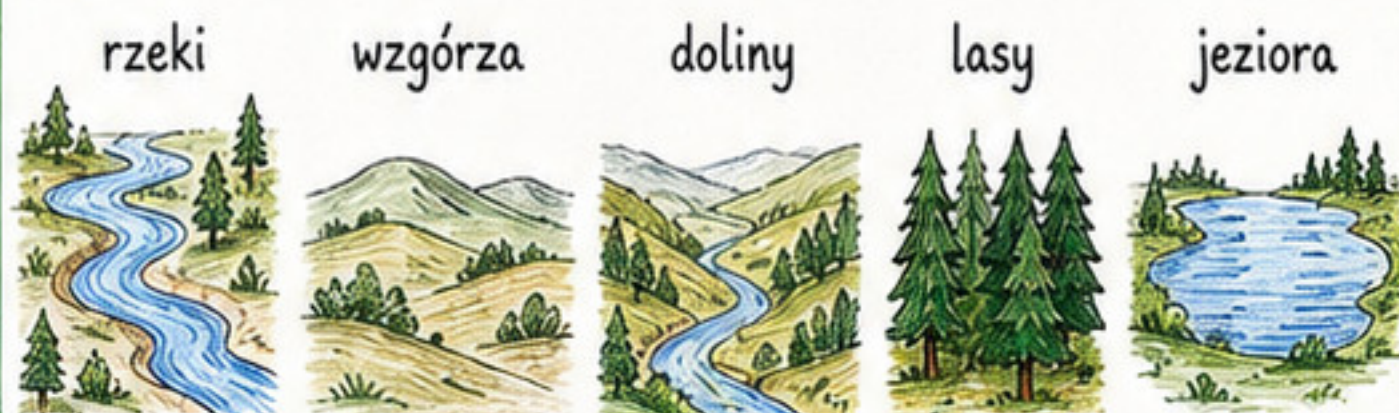


# 13 ELEMENTY TERENU

## 1 CO TO SĄ ELEMENTY TERENU?

Elementy terenu to wszystkie obiekty i formy występujące na powierzchni Ziemi, zarówno naturalne, jak i stworzone przez człowieka.

## 2 ELEMENTY NATURALNE



## 3 ELEMENTY SZTUCZNE

drogi      budynki      mosty      kanały      ogrodzenia



## 4 PODZIAŁ

- **punktowe** – zajmują niewielki obszar, przedstawiane symbolem.

Przykłady: studnia, słup, kapliczka.



- **liniowe** – mają kształt wydłużony, przedstawiane linią.

Przykłady: rzeka, droga, linia kolejowa.



- **powierzchniowe** – zajmują większy obszar, przedstawiane plamą.

Przykłady: las, jezioro, łąka, zabudowa.

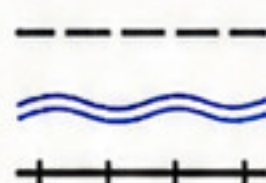


## 5 JAK SĄ PRZEDSTAWIANE?

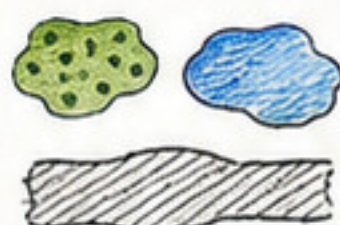
- **symbole** – małe znaki punktowe np. wieża triangulacyjna



- **linie** – przedstawiają obiekty liniowe np. droga, rzeka, ogrodzenie



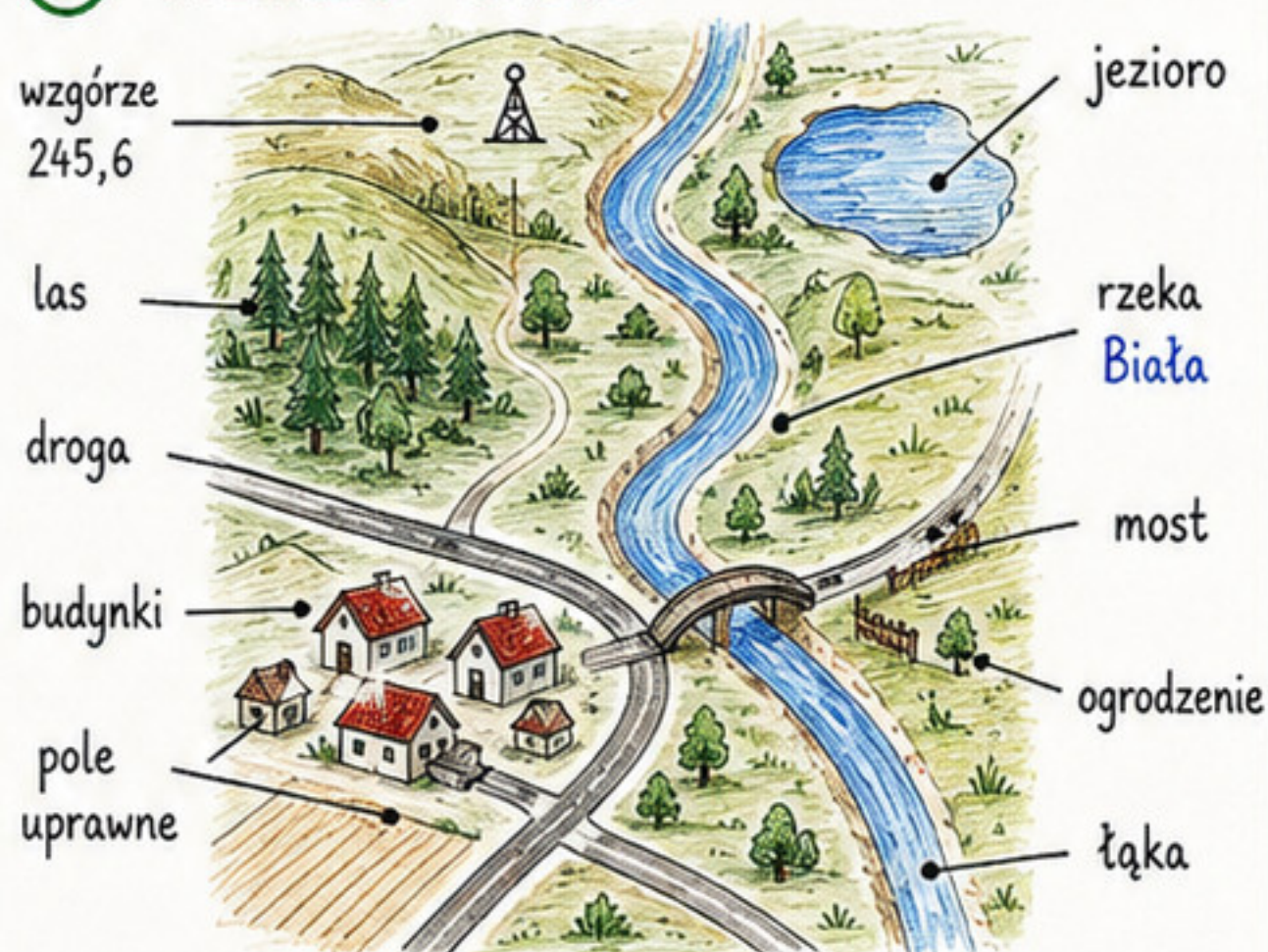
- **plamy** – przedstawiają obszary np. las, jezioro, zabudowa



- **opisy** – nazwy i wartości liczbowe np. nazwa rzeki, wysokość wzgórza

rzeka Biała  
245,6

## 6 PRZYKŁAD TERENU



## 7 ZNACZENIE

Znajomość elementów terenu umożliwia:

- ✓ prawidłową interpretację map i planów
- ✓ dokładne pomiary i opracowania
- ✓ analizę ukształtowania terenu
- ✓ planowanie inwestycji i prac terenowych

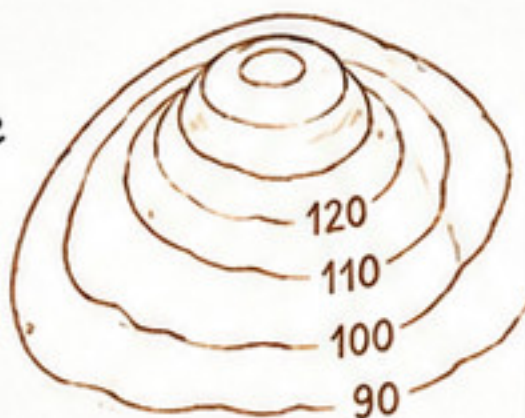




Warstwice to linie łączące punkty o jednakowej wysokości nad poziomem morza.

## 1 CO TO SĄ?

Warstwice to linie na mapie łączące punkty o tej samej wysokości nad poziomem morza.



## 2 PODSTAWOWE ZASADY

- Warstwice się nie przecinają.
- Mają stałe cięcie wysokościowe (odstęp pionowy).
- Dokładnie pokazują przebieg terenu.



## 3 ODSTĘPY MIĘDZY WARSTWICAMI

Małe odstępy =  
strome stoki

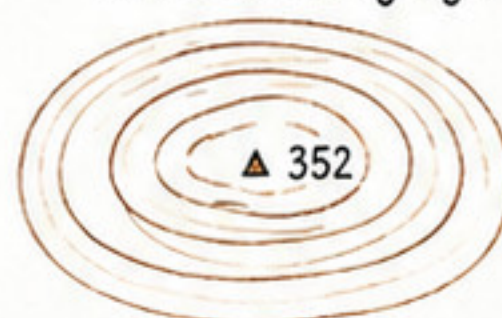


Duże odstępy =  
łagodne stoki



## 4 CO POKAZUJĄ?

Wzniesienia (góry)



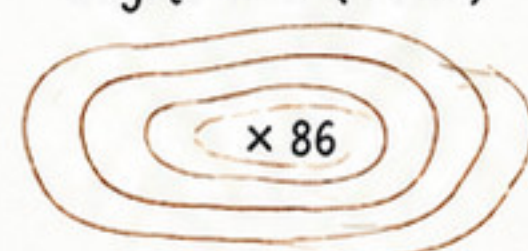
Dolina (obniżenie)



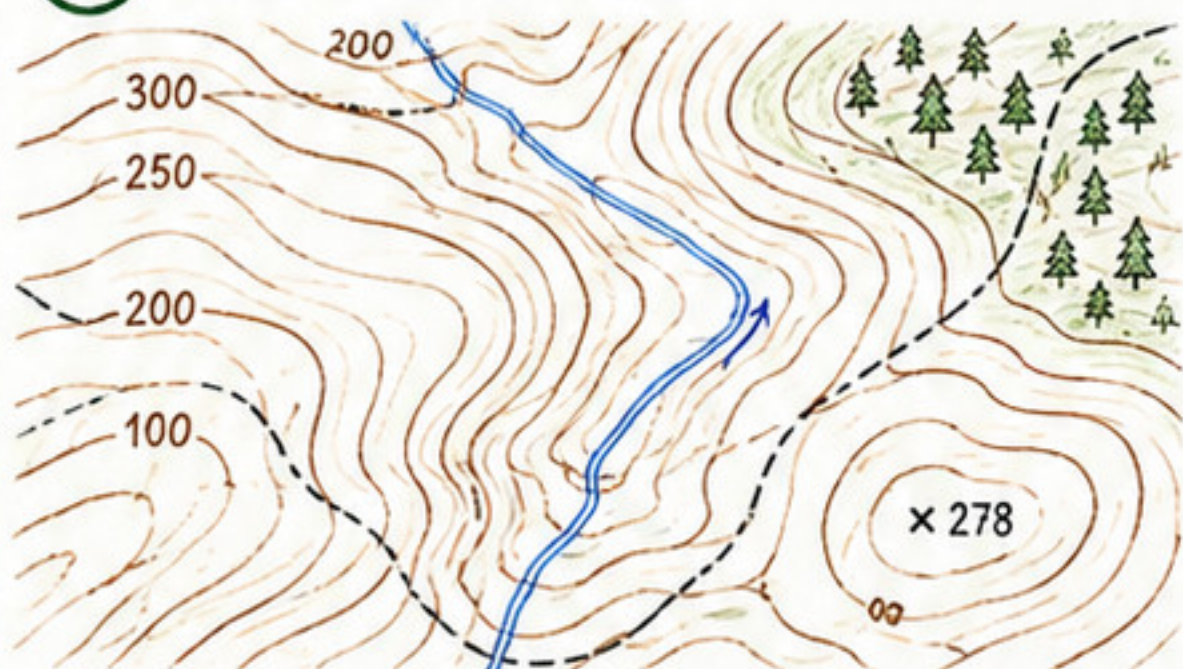
Grzbiety (ciągi wzniesień)



Zagłębienia (niecki)



## 5 PRZYKŁAD MAPY



## 6 ZASTOSOWANIA

- mapy topograficzne
- projektowanie inwestycji
- analiza terenu (spadki, widoczność, warunki naturalne)



## 7 PAMIĘTAJ



Im lepiej odczytujesz warstwice, tym lepiej rozumiesz rzeźbę terenu i podejmujesz trafniejsze decyzje w terenie i na mapie.



# 15 INTERPRETACJA RZEŻBY TERENU

## 1 CO TO ZNACZY?

Interpretacja rzeźby terenu to odczytywanie kształtów powierzchni Ziemi z mapy, głównie na podstawie poziomicy oraz danych wysokości. Dzięki temu możemy zrozumieć, jak wygląda teren i jak się zachowuje.



## 2 JAK CZYTAĆ MAPĘ?

- Odstępy poziomicy – mówią o nachyleniu terenu.



- Kształt poziomicy – pokazuje formę terenu.



- Kierunek spadku – zawsze prostopadłe do poziomicy, od wyższych do niższych wartości.

- Przepływ wody – woda płynie prostopadłe do poziomicy, w stronę niższych wysokości.



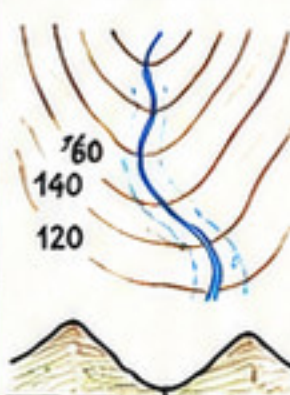
## 3 ROZPOZNAWANIE FORM

wzgórze



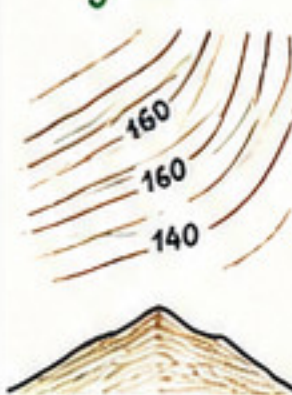
wyższy punkt otoczony niższymi wartościami

dolina



obniżenie terenu, poziomice w kształcie litery „V” skierowane ku górze cieku

grzbiet



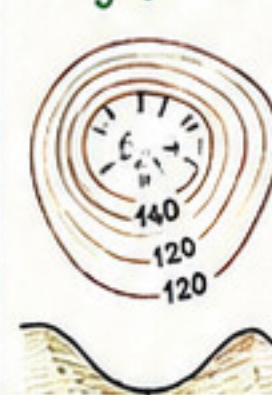
wydłużone wzniesienie, poziomice tworzą kształt „U” otwarte w dół

siodło



obniżenie między dwoma wzniesieniami

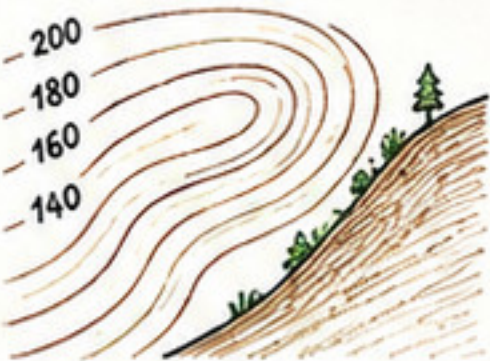
zagłębienie



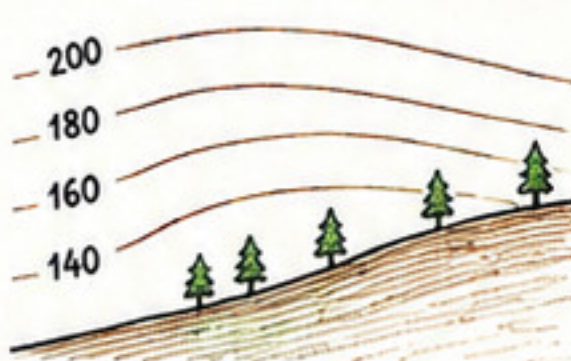
niższy punkt otoczony wyższymi wartościami

## 4 NACHYLENIE TERENU

poziomice gęsto ułożone  
= strome zbocze

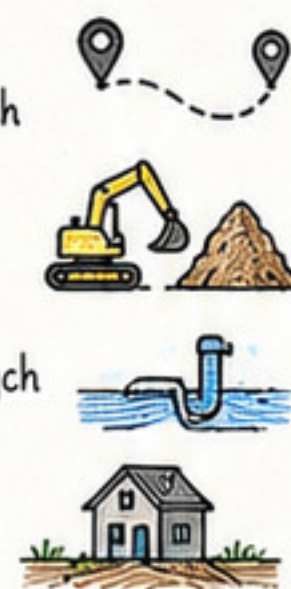


poziomice szeroko ułożone  
= łagodne zbocze

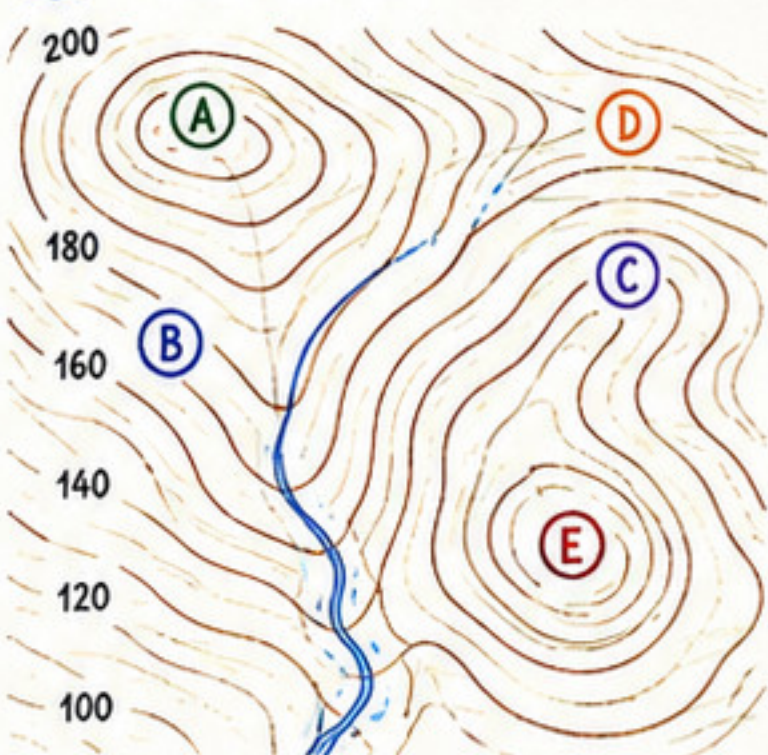


## 5 PRAKTYCZNE ZASTOSOWANIE

- planowanie tras pieszych, drogowych i rowerowych
- projektowanie robót ziemnych (wykopy, nasypy)
- planowanie odwodnienia i systemów kanalizacyjnych
- dobór miejsca pod budowę obiektów



## 6 PRZYKŁAD



- A wzgórze – najwyższy punkt otoczony niższymi wartościami.
- B dolina – poziomice w kształcie „V” skierowane w górę cieku.
- C grzbiet – poziomice wydłużone, kształt „U” otwarty w dół.
- D siodło – obniżenie między dwoma wzniesieniami.
- E zagłębienie – niższy punkt otoczony wyższymi.

## 7 PAMIĘTAJ



- ✓ Poziomice to klucz do zrozumienia kształtów terenu.
- ✓ Im więcej ćwiczysz, tym łatwiej rozpoznasz formy.
- ✓ Dobra interpretacja rzeźby terenu to podstawa bezpiecznych i trafnych decyzji w terenie.



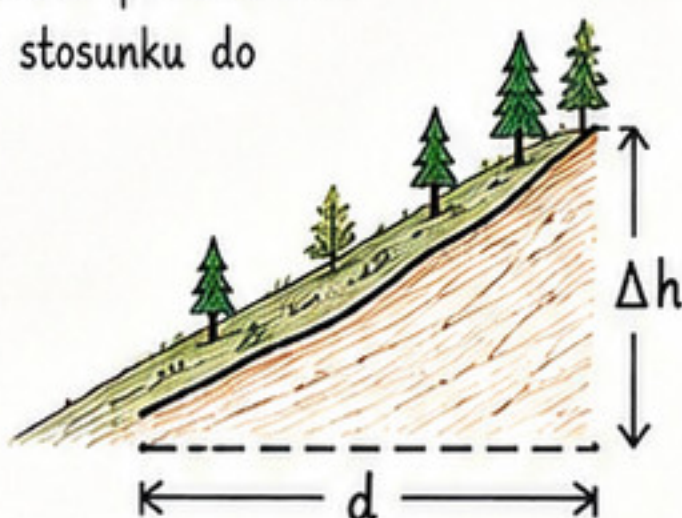
# 16 SPADKI TOPOGRAFICZNE

## 1 CO TO JEST?

Spadek topograficzny opisuje nachylenie terenu. Oznacza, jak bardzo powierzchnia opada lub wznosi się w stosunku do płaszczyzny poziomej.

Może być wyrażony:

- w procentach (%)
- w stosunku (1 : n)
- w stopniach (°)
- na podstawie odstępów poziomic



## 2 WZÓR

$$i = \frac{\Delta h}{d} \times 100$$

$i$  = spadek (%)

$\Delta h$  = różnica wysokości (m)

$d$  = odległość pozioma (m)



Im bliżej siebie poziomice, tym większy spadek terenu.

## 3 JAK ODCZYTYWAĆ?

Gęsto rozmieszczone poziomice oznaczają większy spadek (stromo zbocze).



Szeroko rozmieszczone poziomice oznaczają mniejszy spadek (łagodne zbocze).



## 4 RODZAJE SPADKÓW

**łagodny**

spadek do 5%  
bardzo łagodne nachylenie



**umiarkowany**

spadek 5–15%  
wyraźne nachylenie



**stromy**

spadek powyżej 15%  
stromo nachylenie



## 5 PRZYKŁAD OBLICZENIA

Dane:

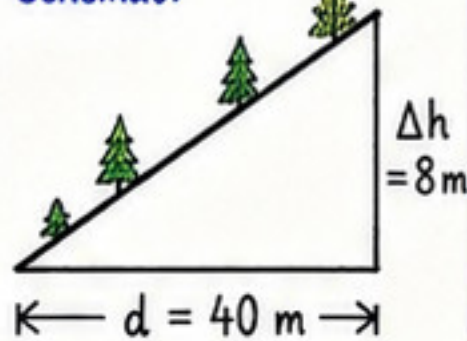
- $\Delta h = 8$  m (różnica wysokości)
- $d = 40$  m (odległość pozioma)

Obliczenia:

$$i = \frac{\Delta h}{d} \times 100 = \frac{8}{40} \times 100$$

$$i = 20\%$$

Schemat:



Wynik:

$$i = 20\%$$

## 6 ZASTOSOWANIA

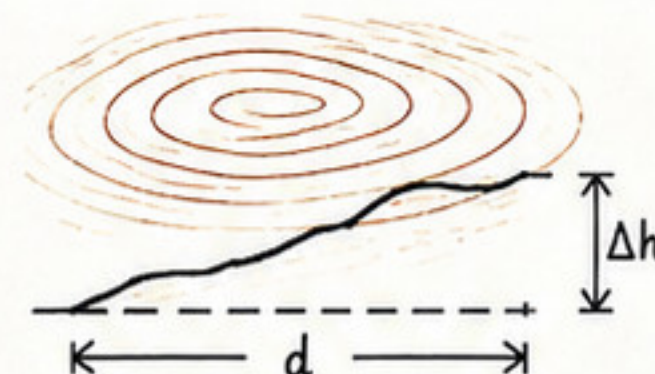
- projektowanie dróg (szczególnie na wzniesieniach)
- odprowadzanie wód (rowy, korytka, kanalizacja)
- roboty ziemne (nasypy, wykopy, skarpy)
- planowanie przestrzenne i zabudowa
- analiza ukształtowania terenu i zagrożeń



## 7 PAMIĘTAJ



- ✓ Spadek zawsze zależy od różnicy wysokości ( $\Delta h$ ) i odległości poziomej ( $d$ ).
- ✓ Na tej samej różnicy wysokości spadek będzie większy przy krótszej odległości poziomej i mniejszy przy dłuższej.





# 17 PUNKT ODNIESIENIA (REPER)

## 1 CO TO JEST?

Reper to trwały punkt o znanej wysokości bezwzględnej, który stanowi punkt odniesienia do wyznaczania wysokości innych punktów w terenie.



## 2 DO CZEGO SŁUŻY?

- przenoszenie wysokości
- kontrola niwelacji
- prace budowlane
- prace inżynierskie



## 3 CECHY DOBREGO REPERU

- ✓ trwały – odporny na zniszczenie
- ✓ jednoznaczny – nie do pomylenia z innymi punktami
- ✓ łatwy do odnalezienia w terenie
- ✓ opisany – posiada trwały opis i dokumentację



## 4 RODZAJE

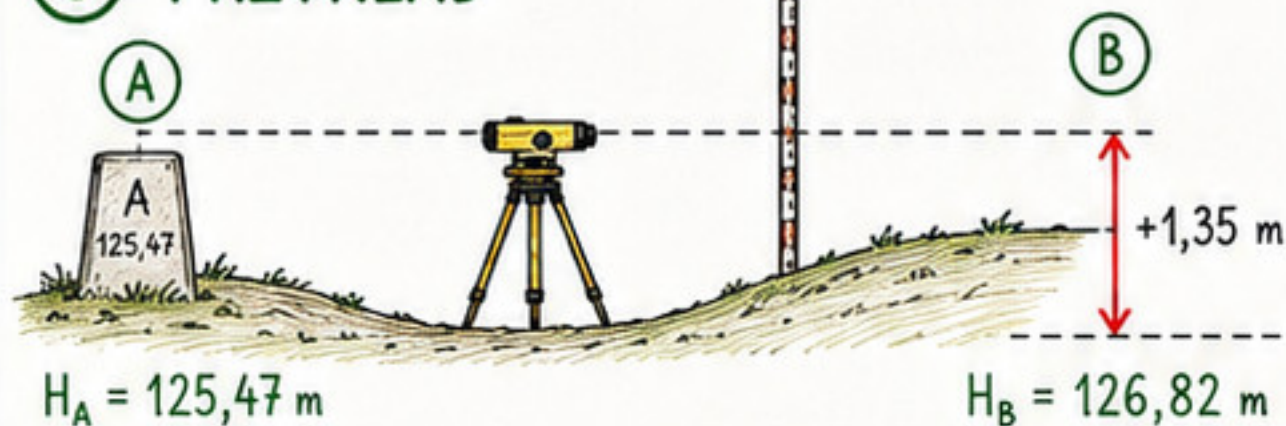
- reper ścienny (wmurowany w mur, most, ścianę budynku)
- reper naziemny (stabilny słupek, blok betonowy w gruncie)
- reper roboczy (tymczasowy, stosowany podczas prac)



## 5 JAK SIĘ GO UŻYWA?



## 6 PRZYKŁAD



Z wysokości znanego reperu (A) przenosimy wysokość na punkt (B).

## 7 PAMIĘTAJ

- ✓ Każdy wynik wysokościowy musi być odniesiony do zaufanego reperu.
- ✓ Zawsze sprawdzaj poprawność reperu i jego opis w dokumentacji.
- ✓ Bez reperu – nie ma pewnej wysokości!

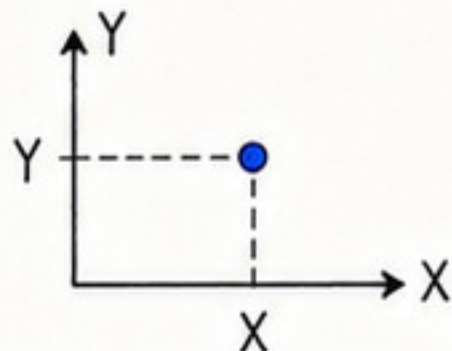




# 18 PUNKTY KONTROLNE

## 1 CO TO SĄ?

Punkty kontrolne to punkty o znanych współrzędnych ( $X$ ,  $Y$ ) i/lub wysokości ( $H$  lub  $Z$ ), które służą do sprawdzania dokładności pomiarów oraz do łączenia pomiarów z siecią geodezyjną.



## 2 JAKIE DANE MAJĄ?

- $X$  – współrzędna  $X$
- $Y$  – współrzędna  $Y$
- $H$  – wysokość (na planie) lub
- $Z$  – wysokość (w układzie przestrzennym)
- numer punktu
- opis punktu



PK 101  
 $X = 5523143.27$  m  
 $Y = 7421566.82$  m  
 $H = 152.732$  m  
Opis: słupek betonowy przy drodze

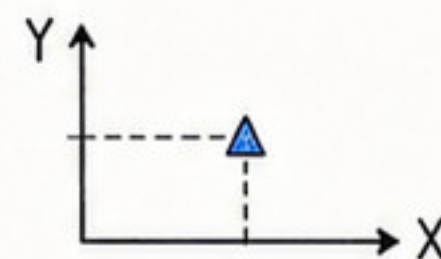
## 3 DO CZEGO SŁUŻĄ?

- kontrola dokładności pomiarów
- orientacja instrumentów
- łączenie pomiarów z siecią odniesienia (osnową geodezyjną)
- powtarzalne pomiary w różnych terminach



## 4 RODZAJE

- **poziome**  
– mają znane współrzędne  $X$  i  $Y$
- **wysokościowe**  
– mają znaną wysokość  $H$  lub  $Z$
- **sytuacyjno-wysokościowe**  
– mają znane  $X$ ,  $Y$  oraz  $H$  lub  $Z$



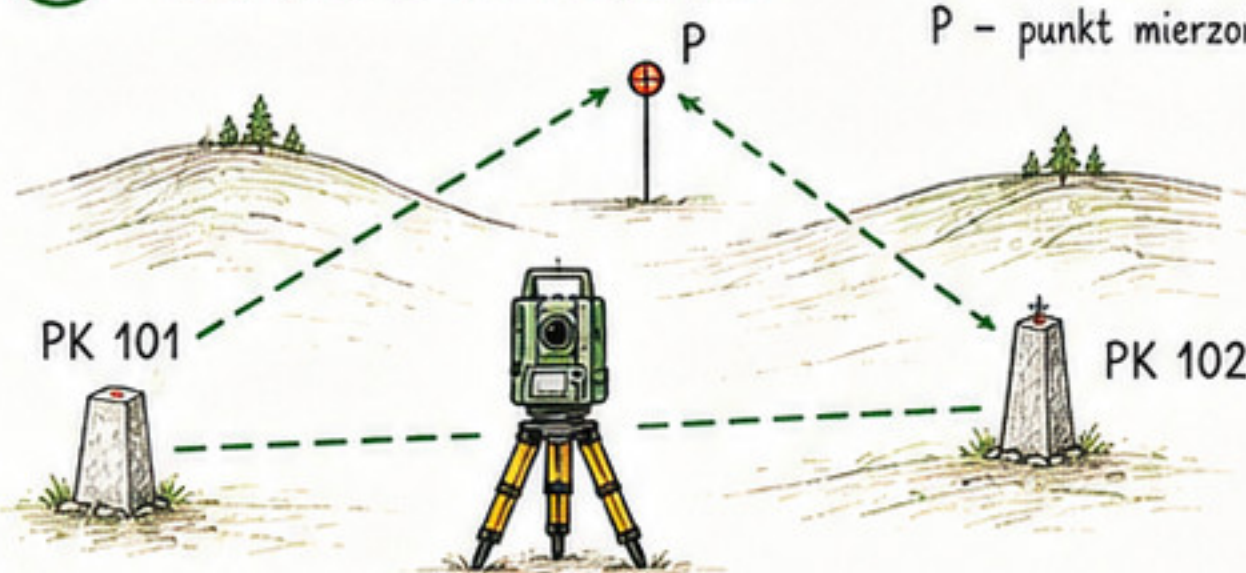
## 5 DOBRE PRAKTYKI

- dobra widoczność z punktu i na punkt
- stabilne i trwałe oznaczenie
- czytelna identyfikacja punktu (numer i opis)
- ochrona punktu przed uszkodzeniem
- dokumentacja i szkice dojazdu



## 6 PRZYKŁAD W TERENIE

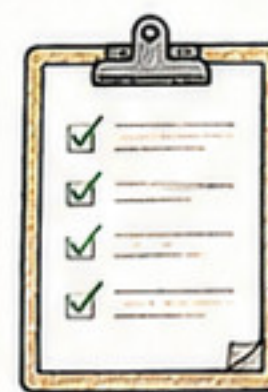
PK – punkt kontrolny  
P – punkt mierzony



## 7 PAMIĘTAJ



Jakość punktów kontrolnych ma bezpośredni wpływ na jakość całego pomiaru. Zawsze sprawdzaj, czy punkty są wiarygodne i odpowiednio udokumentowane.







## 1 CO TO JEST?

Datum geodezyjne to przyjęty model odniesienia, który umożliwia określanie położenia punktów na Ziemi.

Określa ono:

- położenie początku układu współrzędnych,
- orientację osi,
- kształt i wymiary Ziemi,
- odniesienie wysokości.



## 2 PODSTAWOWE ZAŁOŻENIA

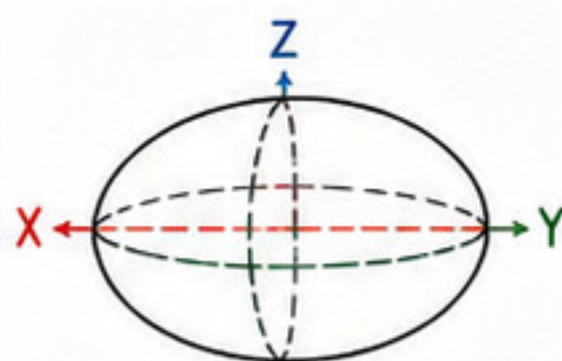
- Zapewnia wspólne odniesienie dla współrzędnych i wysokości.
- Umożliwia powiązanie pomiarów terenowych z mapami i innymi danymi.
- Stanowi podstawę działania systemów nawigacji satelitarnej GPS/GNSS.



## 3 DATUM POZIOME I PIONOWE

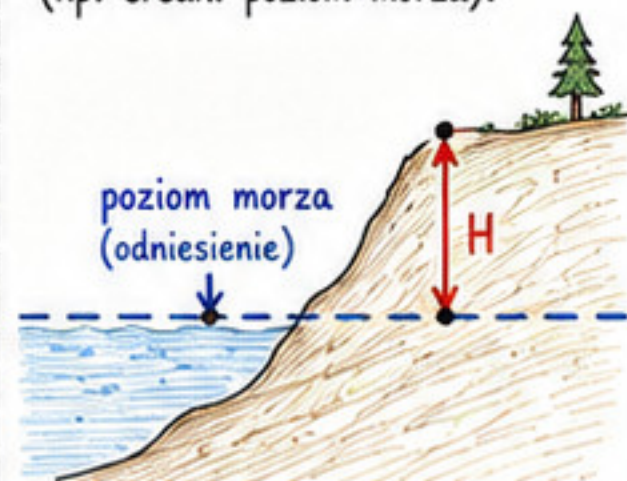
### DATUM POZIOME

określa położenie w płaszczyźnie (X, Y) – związane z modelem powierzchni Ziemi (elipsoidą).



### DATUM PIONOWE

określa odniesienie wysokości (H) – związane z poziomem morza (np. średni poziom morza).

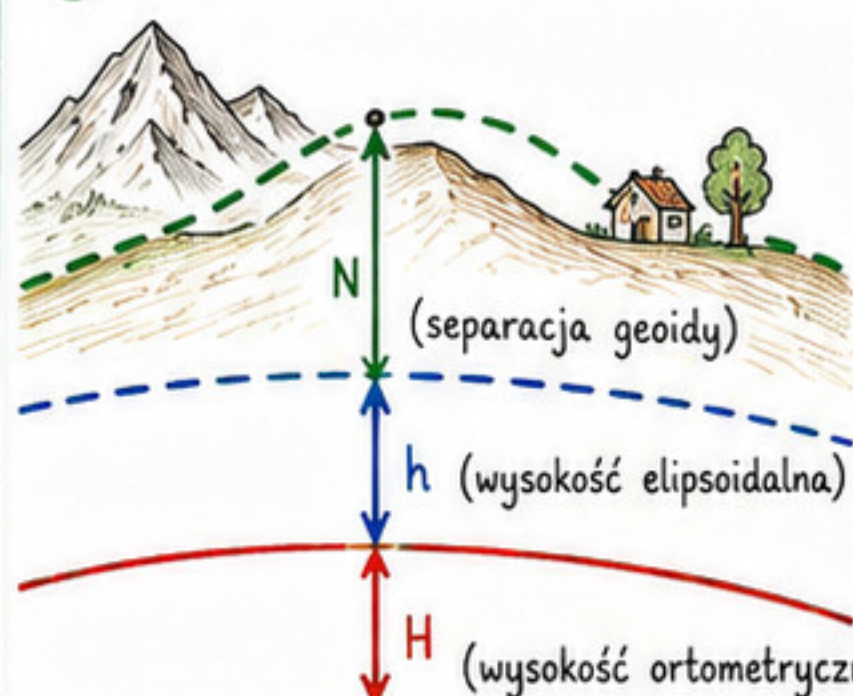


## 4 PRZYKŁADY DATUM

| DATUM       | OBSZAR STOSOWANIA | OPIS                                          |
|-------------|-------------------|-----------------------------------------------|
| WGS 84      | cały świat        | globalne datum używane w GPS/GNSS             |
| ETRS89      | Europa            | europejski system odniesienia spójny z WGS 84 |
| PL-ETRF2000 | Polska            | krajowe datum poziome związane z ETRS89       |

Uwaga: Wysokości w Polsce najczęściej odnoszone są do Kronsztad '86 (PL-KRON86-NH) lub do europejskiego układu EVRF2007.

## 5 GEOIDA, ELIPSOIDA I TEREN



- teren (powierzchnia Ziemi)
- geoida (powierzchnia poziomu morza)
- elipsoida (matematyczny model odniesienia)

## 6 ZASTOSOWANIA

- tworzenie map i baz danych przestrzennych
- nawigacja i lokalizacja (GPS/GNSS)
- prace geodezyjne i pomiary
- budownictwo i infrastruktura
- badania środowiskowe i geofizyczne



## 7 WSKAZÓWKA / PAMIĘTAJ



- ✓ W jednym projekcie zawsze używaj tego samego datum poziomego i pionowego.
- ✓ Stosowanie różnych datum powoduje przesunięcia współrzędnych i różnice wysokości.
- ✓ Zawsze sprawdzaj, do jakiego datum odnoszą się dane, mapa lub urządzenie.

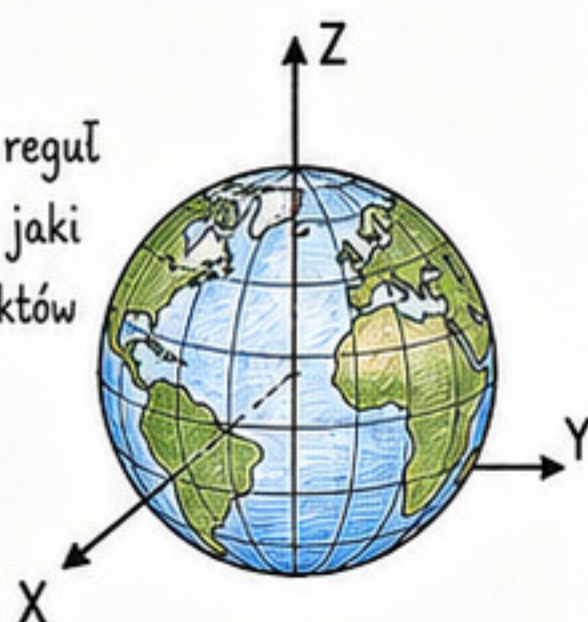




# 20 SYSTEMY ODNIESIENIA

## 1 CO TO JEST?

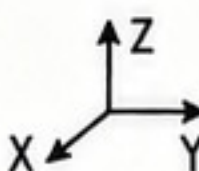
System odniesienia to zestaw reguł i elementów, który opisuje, w jaki sposób wyrażamy położenia punktów i wysokości na Ziemi.



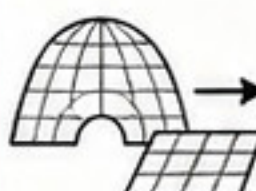
## 2 Z CZEGO SIĘ SKŁADAJĄ?



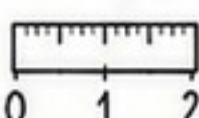
- datum (elipsoida odniesienia) określa kształt i rozmiar Ziemi



- układ współrzędnych określa położenie osi i początek układu



- odwzorowanie kartograficzne przenosi powierzchnię elipsoidy na płaszczyznę mapy



- jednostki najczęściej: metry (m)

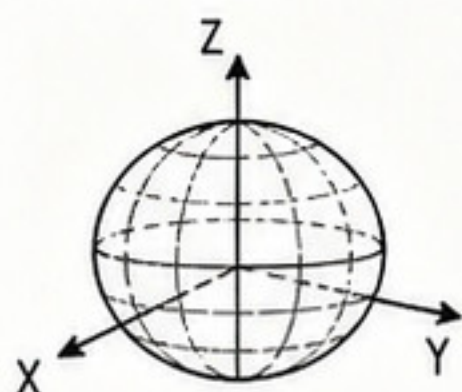


- układ wysokościowy określa sposób wyznaczania wysokości

## 3 UKŁADY POZIOME I WYSOKOŚCIOWE

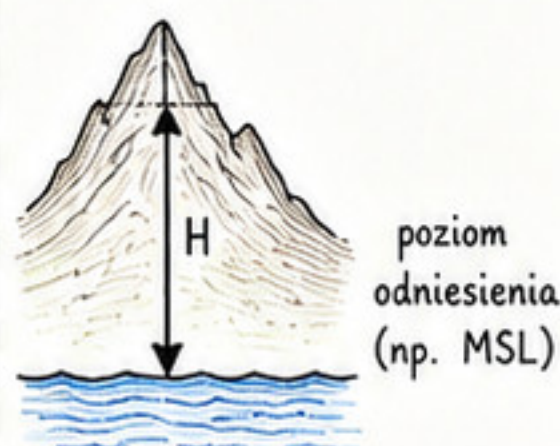
### układy poziome

opisują położenie punktów na powierzchni Ziemi względem wybranego datum i układu współrzędnych.



### układy wysokościowe

opisują wysokości punktów względem przyjętego poziomu odniesienia (np. średniego poziomu morza).



## 4 PRZYKŁADY

| System              | Rodzaj        | Opis                                                              |
|---------------------|---------------|-------------------------------------------------------------------|
| WGS 84              | globalny      | globalny układ geodezyjny używany w GNSS                          |
| UTM                 | odwzorowanie  | odwzorowanie walcowe poprzeczne strefy 6° - numery 1-60           |
| PL-1992             | układ poziomy | państwowy układ współrzędnych płaskich prostokątnych              |
| PL-2000             | układ poziomy | nowoczesny układ współrzędnych płaskich prostokątnych             |
| Układy wysokościowe | wysokościowe  | np. PL-KRON86-NH, PL-EVRF2007-NH względem średniego poziomu morza |

## 5 DLACZEGO SĄ WAŻNE?

- zapewniają zgodność i wymiennność danych pomiędzy różnymi źródłami
- pozwalają wykonywać dokładne obliczenia i analizy przestrzenne
- umożliwiają poprawną interpretację map i planów
- są niezbędne w pracy GNSS, geodezyjnej i inżynierskiej

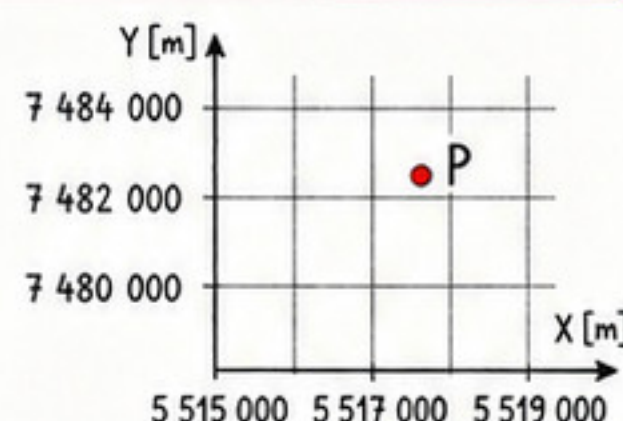


## 6 PRZYKŁAD ZAPISU

Punkt P w układzie PL-2000 (strefa 6)

$P(X, Y) = (5\,517\,432.80\text{ m}, 7\,482\,156.32\text{ m})$

$H = 142.35\text{ m n.p.m. (PL-EVRF2007-NH)}$



! Te same liczby w innym systemie mogą oznaczać zupełnie inne położenie!



## PAMIĘTAJ

Zawsze sprawdzaj, w jakim systemie odniesienia podane są współrzędne i wysokości na mapie, w dokumentacji lub wynikach pomiarów.

Różne systemy = różne wyniki!

To klucz do bezpieczeństwa i dokładności w pracy z danymi przestrzennymi.

system poziomy

odwzorowanie

strefa (jeśli dotyczy)

układ wysokościowy

jednostki

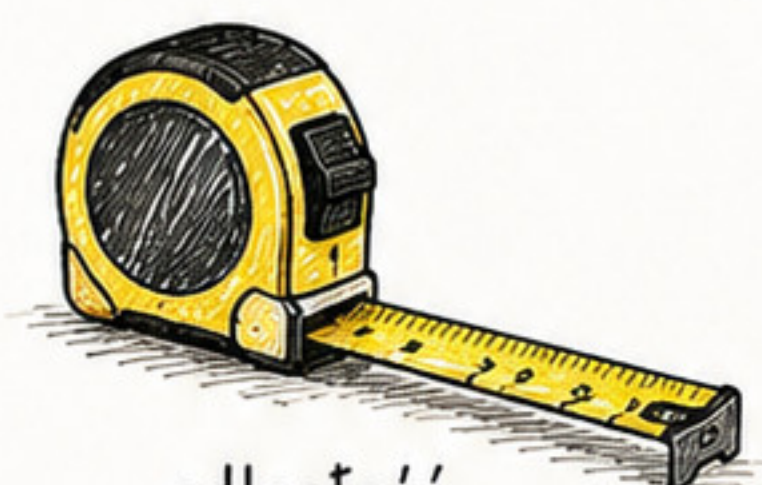




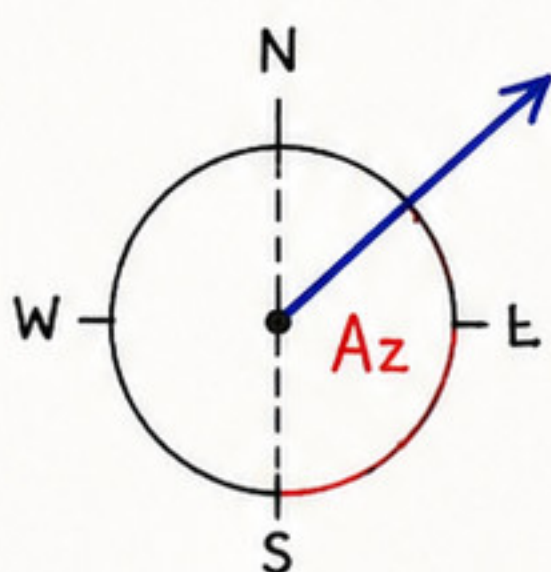
# MODUŁ 2

## POMIARY TOPOGRAFICZNE

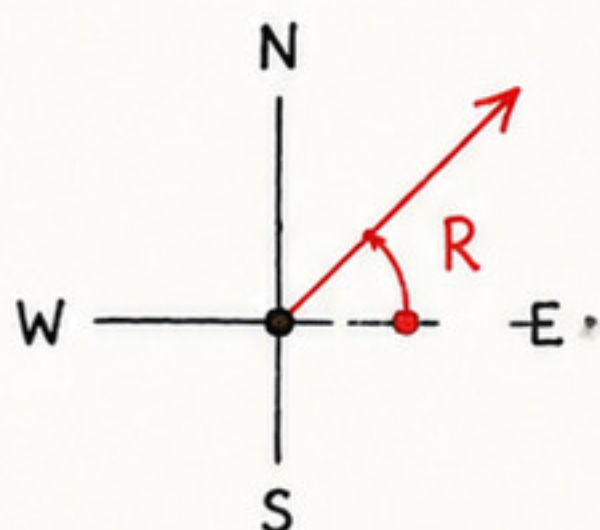
W tym module poznasz metody pomiaru odległości i kątów, dowiesz się, czym są azymut, rumb i deklinacja magnetyczna, nauczysz się obliczać spadki terenu oraz oceniać dokładność pomiarów.



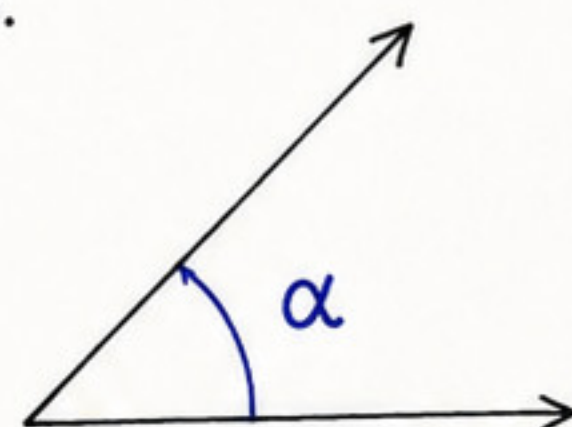
odległość



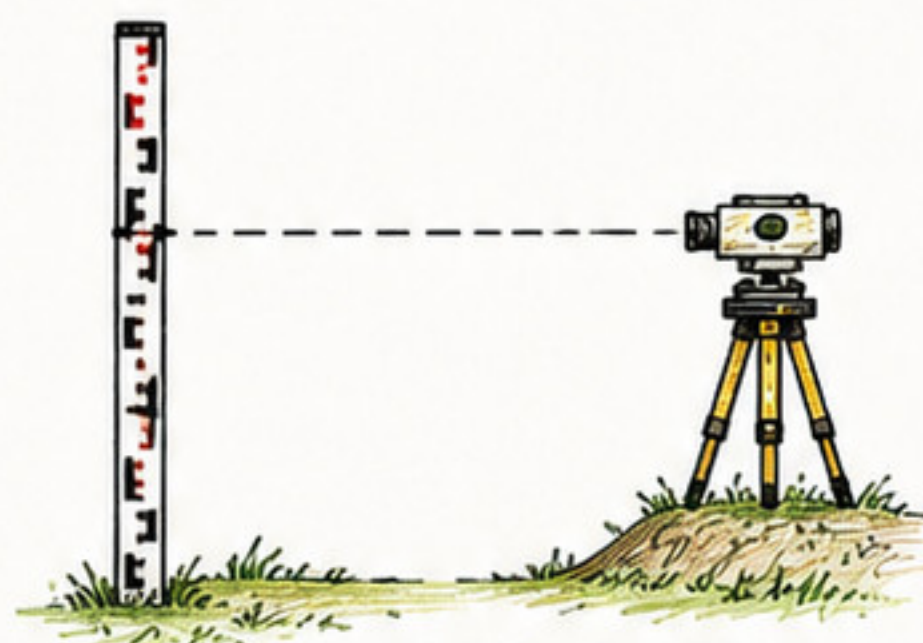
azymut



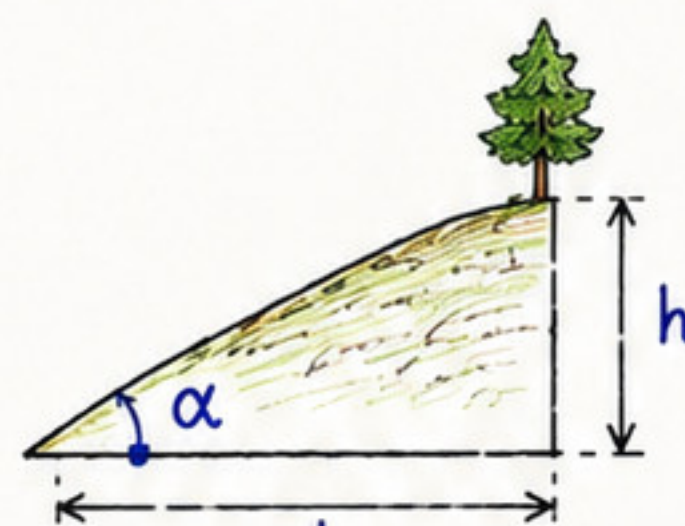
rumb



kąt



dokładność



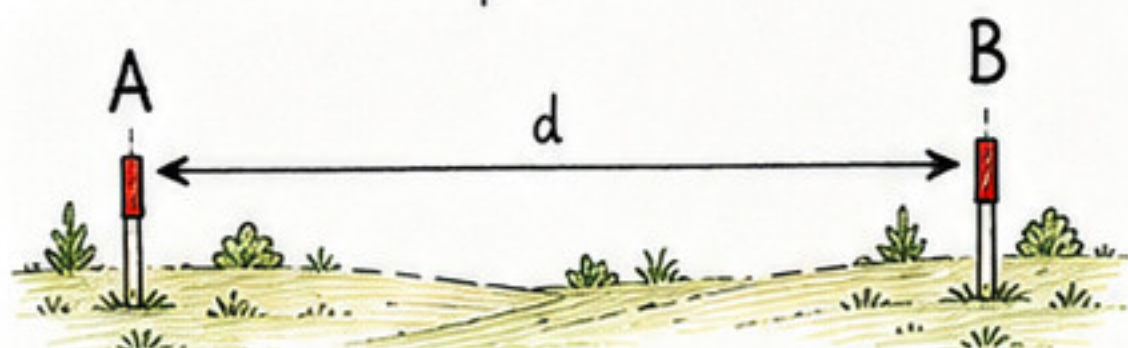
spadek



# 21 POMIAR ODLEGŁOŚCI

## 1 CO TO JEST?

Pomiar odległości to określanie długości między dwoma punktami w terenie lub na planach.



WYNIK:  $AB = 125,43 \text{ m}$

## 2 PODSTAWOWE METODY

- taśma miernicza



- dalmierz / EDM



- tachimetr

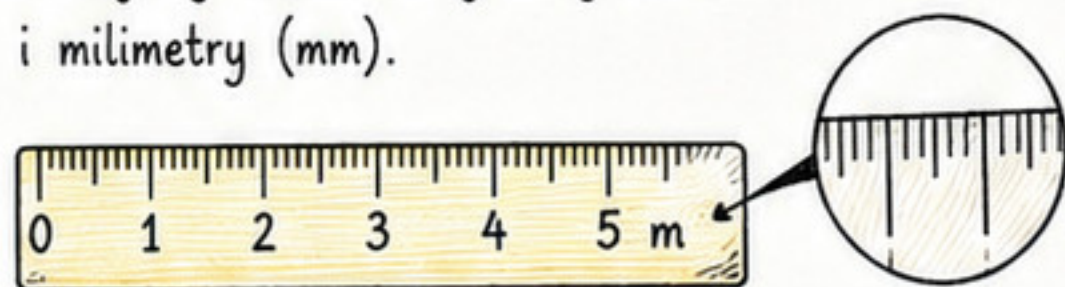


- GNSS



## 3 JEDNOSTKI

Podstawową jednostką jest metr (m).  
W zależności od wymaganej dokładności stosujemy także centymetry (cm) i milimetry (mm).



$10 \text{ mm} = 1 \text{ cm}$   
 $100 \text{ cm} = 1 \text{ m}$

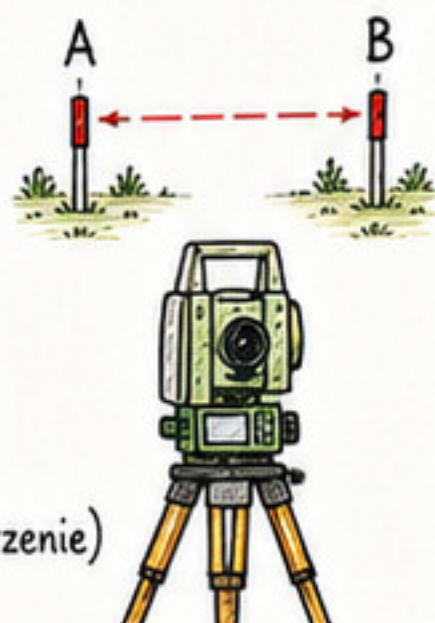
## 4 CO WPŁYWA NA DOKŁADNOŚĆ?

- ukształtowanie terenu (widoczność, przeszkody)
- nachylenie terenu
- temperatura (rozszerzalność taśmy)
- sprzęt (stan techniczny, kalibracja)
- operator (doświadczenie, staranność)



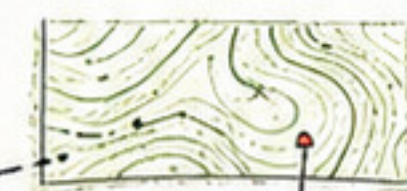
## 5 PRZEBIEG POMIARU

- wyberz punkty A i B
- ustaw i sprawdź sprzęt
- wykonaj pomiar odległości
- zapisz wynik wraz z jednostką
- sprawdź wynik (kontrola, powtórzenie)



## 6 ZASTOSOWANIA

- mapowanie i opracowania topograficzne
- wytaczanie obiektów i budowli
- sporządzanie planów i szkiców
- roboty ziemne (objętości, wykopy, nasypy)
- pomiary kontrolne i inwentaryzacyjne



## 7 PAMIĘTAJ



Dobieraj metodę pomiaru odpowiednią do wymaganej dokładności, warunków terenowych i dostępnego sprzętu.

Dokładny pomiar odległości to podstawa wiarygodnych wyników!

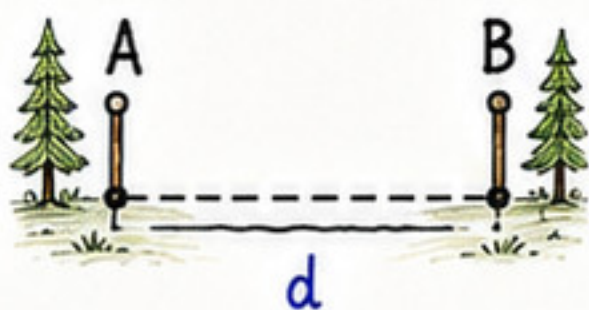


# 22 ODLEGŁOŚĆ POZIOMA I SKOŚNA

## 1 CO OZNACZAJĄ?

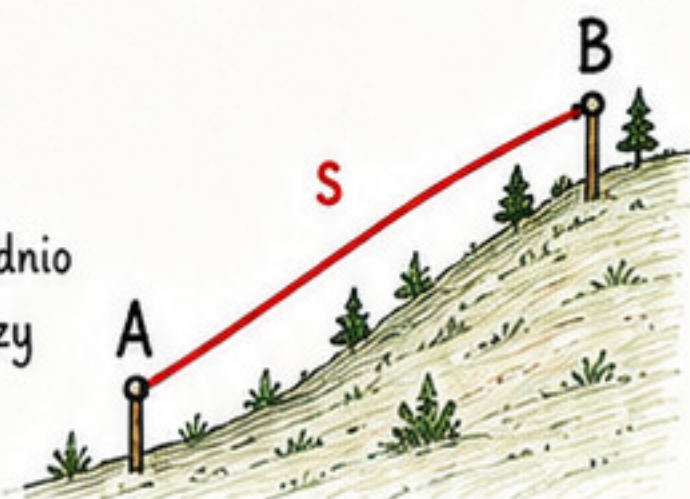
### • Odległość pozioma (d)

- odległość mierzona po powierzchni poziomej między rzutami poziomymi dwóch punktów.



### • Odległość skośna (s)

- odległość mierzona bezpośrednio w terenie wzdłuż stoku między dwoma punktami.

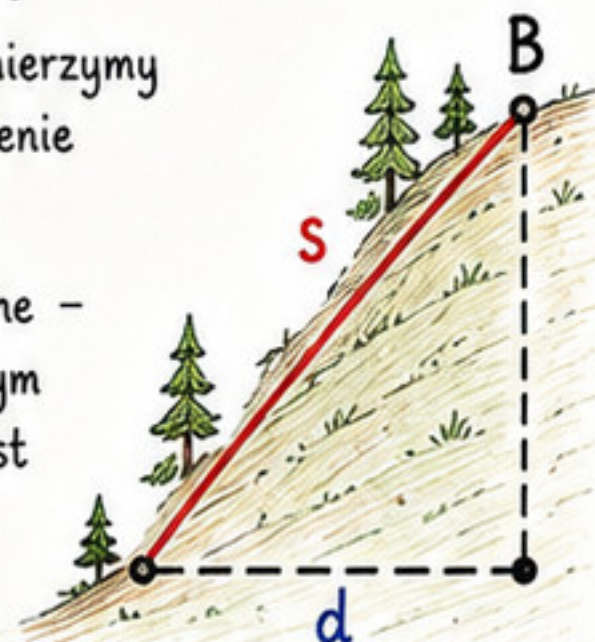


## 2 RÓŻNICA

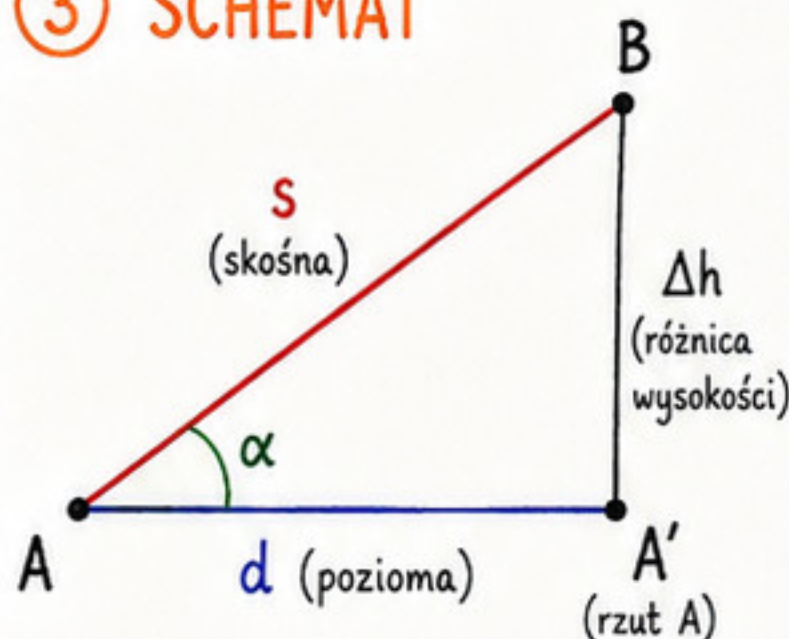
• Odległość pozioma mierzymy na powierzchni poziomej.

• Odległość skośna mierzymy bezpośrednio w terenie wzdłuż nachylenia.

• Nie są zawsze równe - na terenie nachylonym odległość skośna jest zawsze większa od poziomej.



## 3 SCHEMAT



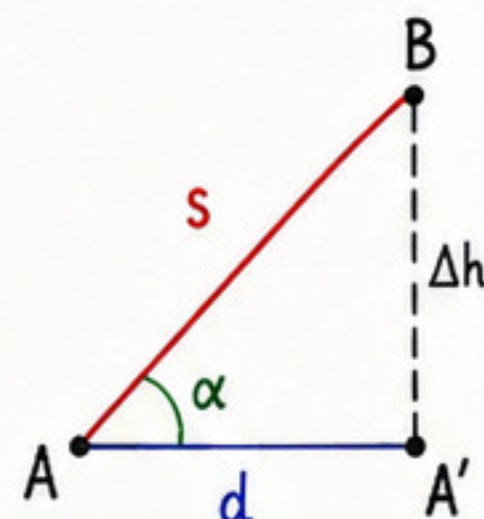
s - odległość skośna  
d - odległość pozioma  
Δh - różnica wysokości  
α - kąt nachylenia stoku

## 4 WZÓR

$$d = s \times \cos \alpha$$

Jeśli znamy odległość skośną (s) oraz różnicę wysokości (Δh), to odległość pozioma można obliczyć również ze wzoru:

$$d = \sqrt{s^2 - (\Delta h)^2}$$

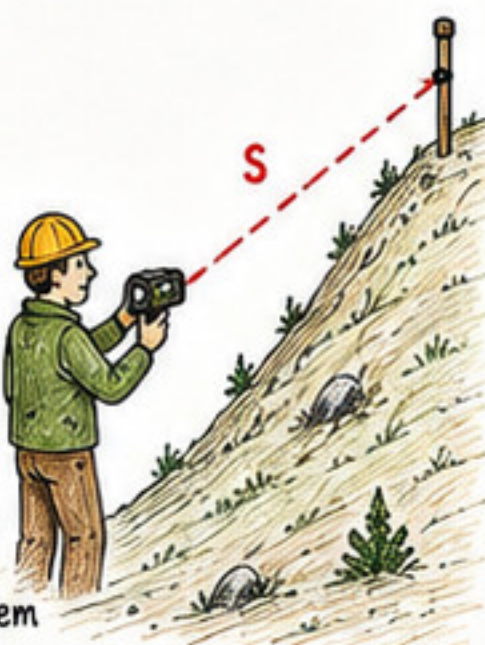


## 5 KIEDY STOSUJEMY?

• Odległość pozioma - stosujemy w:

- ✓ mapach topograficznych
- ✓ planach sytuacyjnych i projektach
- ✓ obliczeniach powierzchni i objętości

• Odległość skośna - używana jako odczyt bezpośredni w terenie, np. taśmą, dalmierzem laserowym, na stromych stokach.



## 6 PRZYKŁAD

Dane:

$$s = 50 \text{ m}$$

$$\alpha = 30^\circ$$

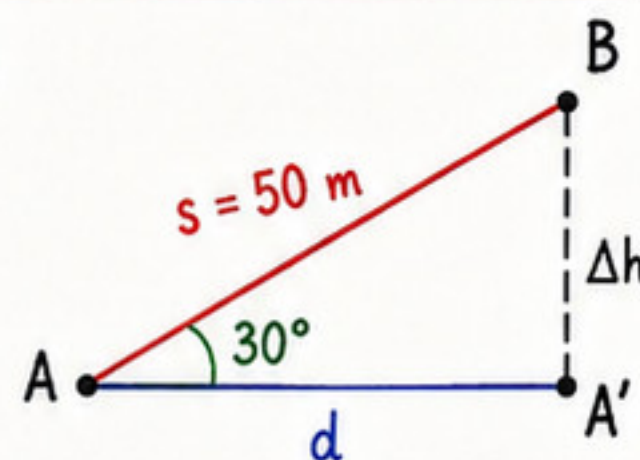
Szukane:

d - odległość pozioma

Obliczenia:

$$d = s \times \cos \alpha = 50 \times \cos 30^\circ$$

$$d = 50 \times 0,866 \approx 43,3 \text{ m}$$

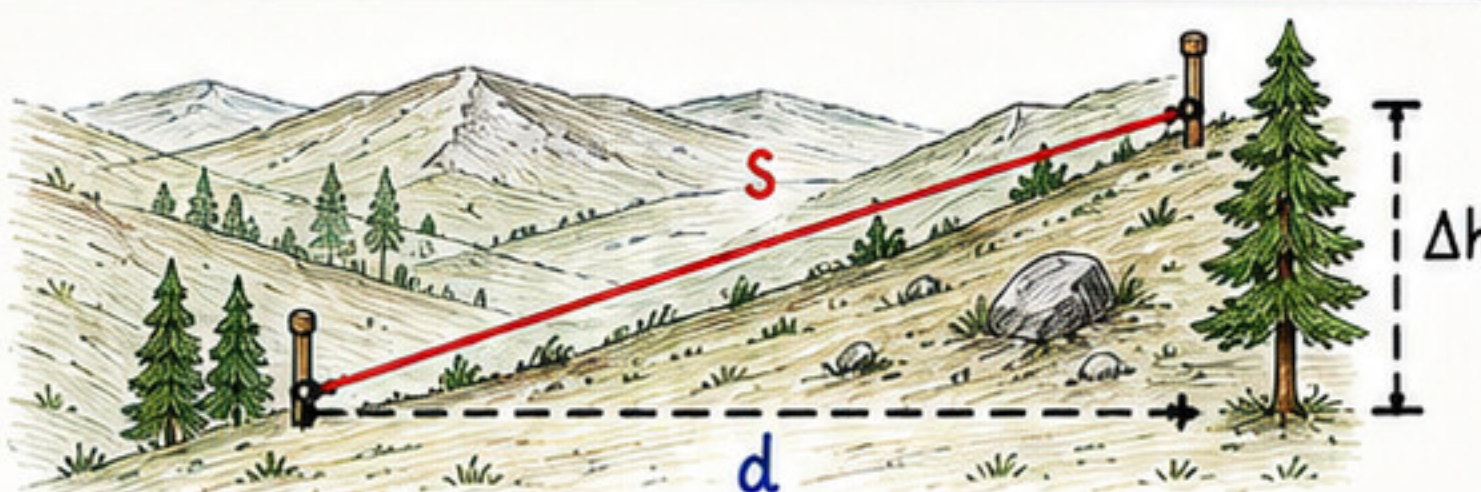


## 7 PAMIĘTAJ



Na terenie nachylonym odległość skośna zawsze jest większa od poziomej.

W obliczeniach topograficznych najczęściej używa się odległości poziomej.





# 23

# POMIAR TAŚMĄ

## 1 CO TO JEST?

Pomiar taśmą to bezpośrednie mierzenie odległości w terenie za pomocą taśmy mierniczej.



## 2 POTRZEBNY SPRZĘT

taśma  
miernicza



tyczki /  
paliki



notes



opcjonalnie:  
poziomica



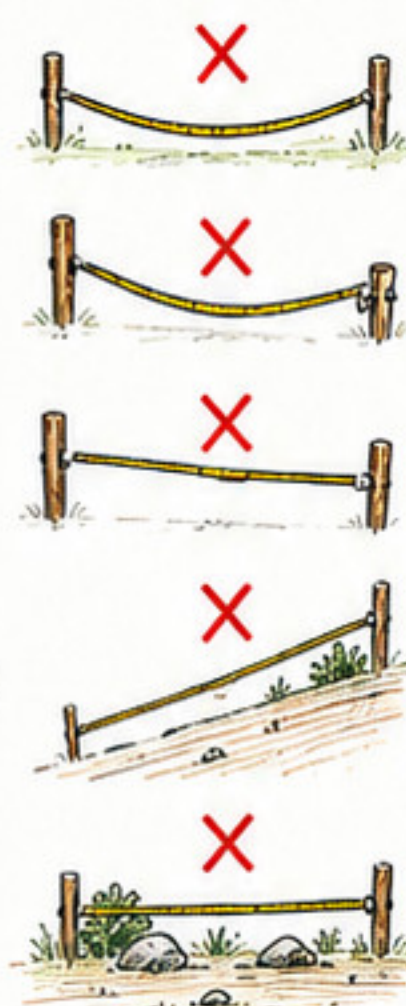
## 3 KROKI POMIARU

1. Wyznacz i ustaw punkty końcowe (A i B).
2. Rozwiń taśmę i zaczep jeden koniec w punkcie A.
3. Rozciągnij taśmę do punktu B.
4. Utrzymuj taśmę prostą i naciągniętą.
5. Odczytaj wartość na skali w punkcie B.
6. Zapisz wynik w notesie.



## 4 NA CO UWAŻAĆ?

- Luźna taśma – ugięcie powoduje заниzenie wyniku.
- Brak naciągu – wydłużenie taśmy daje zawyżony wynik.
- Nieprawidłowe ustawienie punktów – powoduje błąd.
- Duże nachylenie terenu – zmierzona odległość jest większa niż odległość pozioma.
- Przeszkody w terenie – krzaki, kamienie, doły utrudniają pomiar.



## 5 ZALETY

- Prosty i łatwy w użyciu.
- Niedrogi sprzęt.
- Dobry do krótkich odległości i szybkich pomiarów.



## 6 OGRANICZENIA

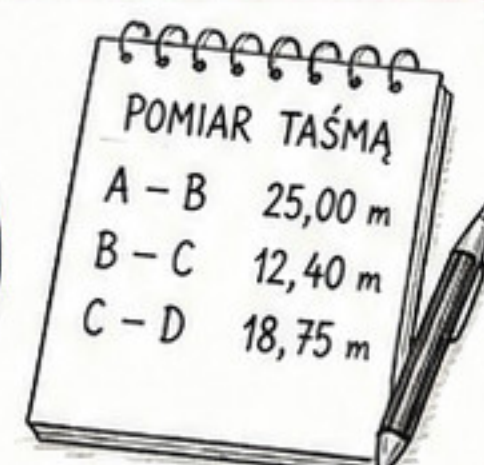
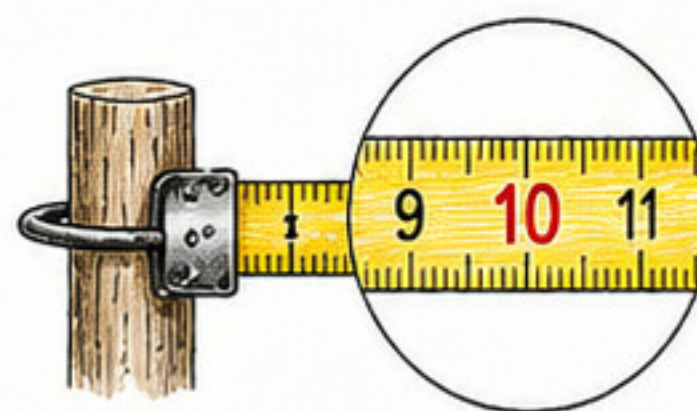
- Pomiar jest wolniejszy niż przy użyciu dalmierza.
- Mniej wygodny na nierównym terenie.
- Mniejsza efektywność przy długich liniach pomiarowych.



## 7 PAMIĘTAJ



Dobre ustawienie punktów i prawidłowe naciągnięcie taśmy znacząco poprawiają dokładność pomiaru.





# 24 POPRAWKA NA NACHYLENIE

## 1 CO TO JEST?

Poprawka na nachylenie to obliczenie odległości poziomej ( $d$ ) z odległości zmierzonej na nachylonym terenie ( $s$ ).

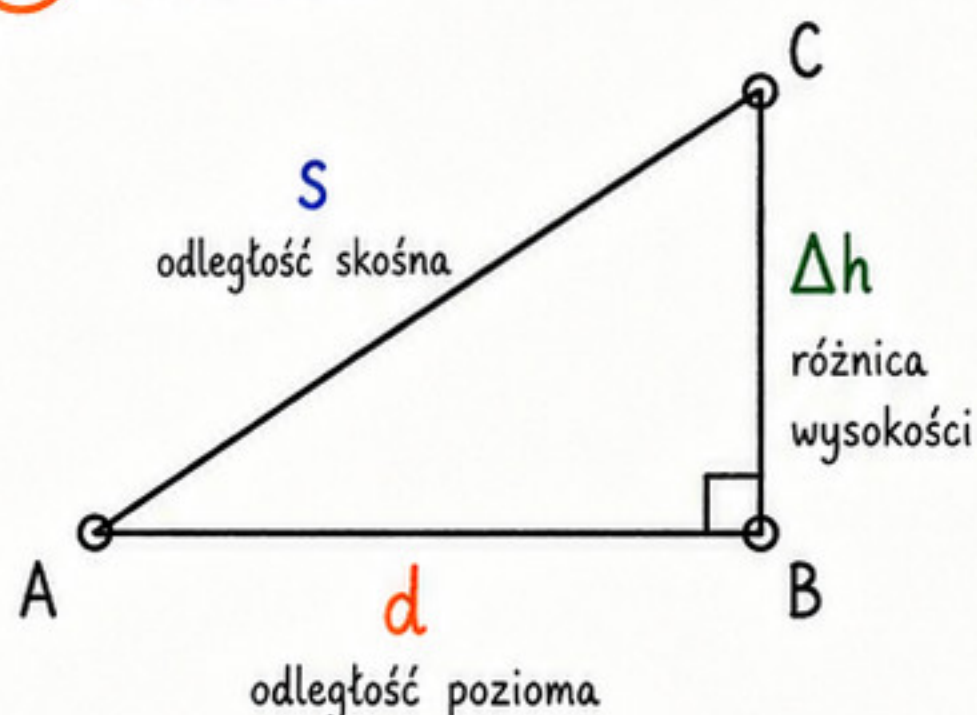
Stosujemy ją wtedy, gdy odległość zmierzona taśmą leży na stoku i chcemy otrzymać odległość w poziomie.

## 2 DLACZEGO JEST POTRZEBNA?

Odległość mierzona po stoku ( $s$ ) jest zawsze dłuższa niż odległość pozioma ( $d$ ), ponieważ pokonujemy także różnicę wysokości ( $\Delta h$ ).



## 3 SCHEMAT



## 4 WZORY

Odległość pozioma ( $d$ ) wyznaczana z zależności:

$$d = \sqrt{s^2 - \Delta h^2}$$

Poprawkę na nachylenie (różnicę między odległością skośną a poziomą) można zapisać jako:

$$C = s - d$$

gdzie:  $C$  – poprawka na nachylenie  
 $s$  – odległość skośna (zmierzona na stoku)  
 $d$  – odległość pozioma (po redukcji)

## 5 PRZYKŁAD

Dane:

$s = 30,00$  m (odległość skośna)

$\Delta h = 4,00$  m (różnica wysokości)

WYNIK

Obliczenia:

$$d = \sqrt{30^2 - 4^2} = \sqrt{900 - 16} = \sqrt{884}$$

$$d \approx 29,73 \text{ m}$$

$$d \approx 29,73 \text{ m}$$

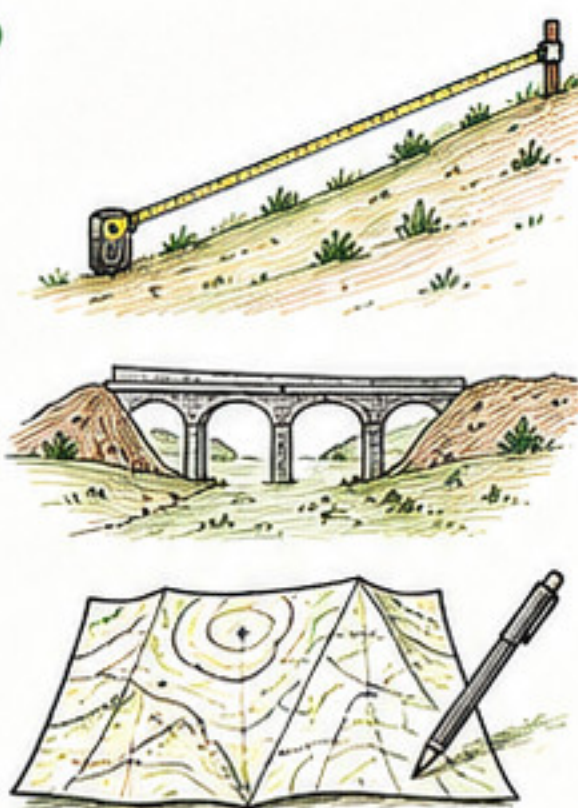
$$C \approx 0,27 \text{ m}$$

$$C = s - d = 30,00 - 29,73 = 0,27 \text{ m}$$

$$C \approx 0,27 \text{ m}$$

## 6 KIEDY STOSOWAĆ?

- podczas pomiarów taśmowych na stokach i zboczach
- w pracach inżynierskich i budowlanych w terenie
- przy wykonywaniu dokładnych prac planimetrycznych



## 7 PAMIĘTAJ



Bez poprawki na nachylenie odległości poziome mogą być zawyżone.

Im większy jest spadek terenu i różnica wysokości, tym większa jest poprawka.

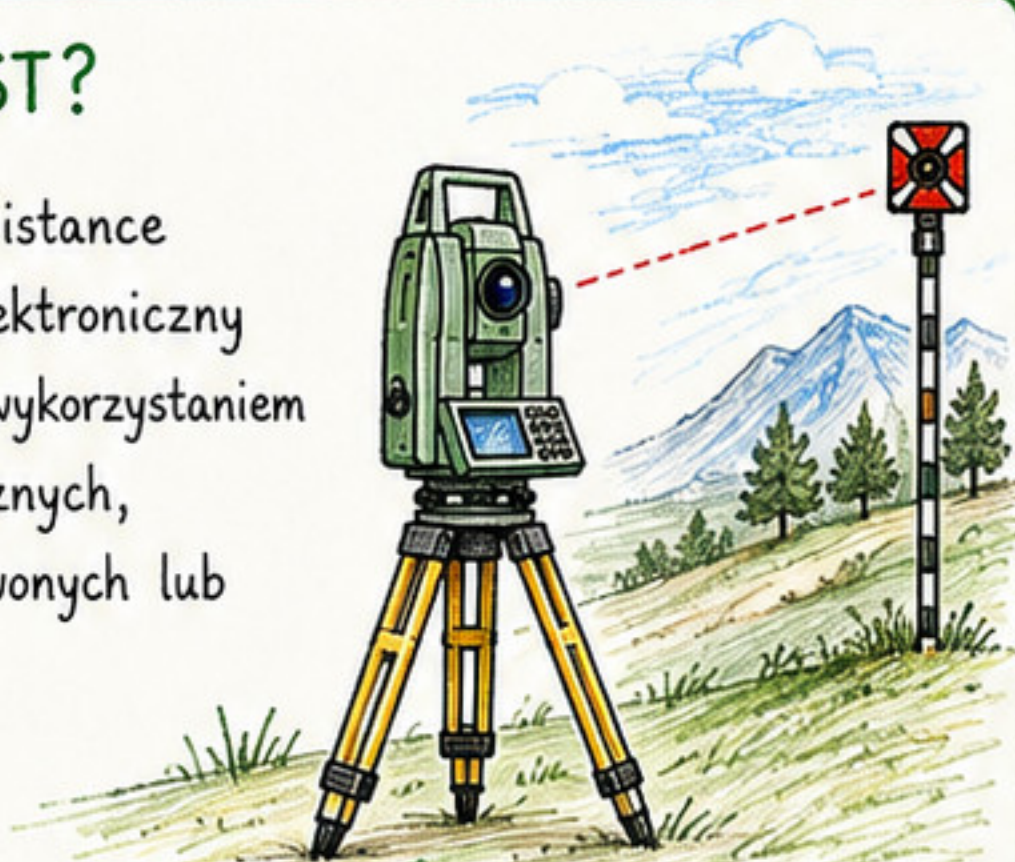
Stosuj poprawkę zawsze, gdy zależy Ci na rzetelnych i dokładnych pomiarach!



# 25 POMIAR ELEKTRONICZNY EDM

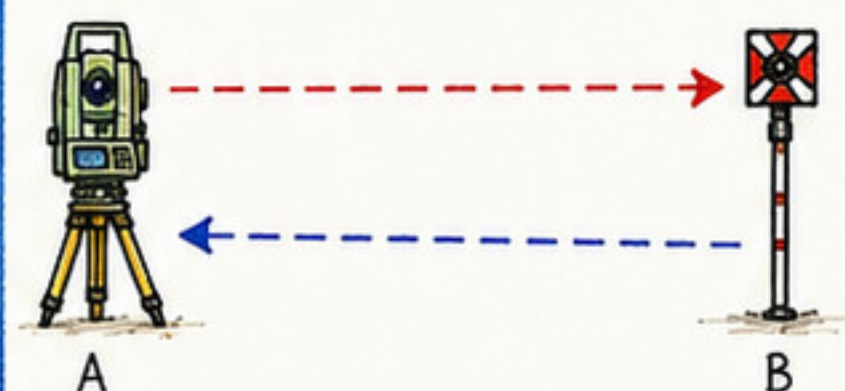
## 1 CO TO JEST?

EDM (Electronic Distance Measurement) to elektroniczny pomiar odległości z wykorzystaniem fal elektromagnetycznych, najczęściej podczerwonych lub laserowych.



## 2 JAK DZIAŁA?

- 1 Instrument wysyła sygnał elektromagnetyczny do celu.
- 2 Sygnał odbija się od lustra lub pryzmatu.
- 3 Odbity sygnał wraca do instrumentu.
- 4 Instrument oblicza odległość na podstawie czasu powrotu sygnału.



## 3 POTRZEBNY SPRZĘT



EDM /  
tachimetr



lustro  
(pryzmat)



statyw



tyczka



bateria

## 4 ZALETY

- ✓ Szybkość – natychmiastowy wynik pomiaru.
- ✓ Dokładność – wysoka precyzja pomiarów.
- ✓ Wygoda – brak konieczności mierzenia taśmą na dużych odległościach.



## 6 ZASTOSOWANIA

- Geodezja i mapowanie.
- Budownictwo i inżynieria lądowa.
- Pomiary kontrolne (kontrola przemieszczeń, odkształceń, deformacji).
- Tyczenie obiektów i realizacja inwestycji.



## 5 CO WPŁYWA NA WYNIK?

- Dobra widoczność między instrumentem a lustrem.
- Warunki atmosferyczne (mgła, deszcz, intensywne słońce).
- Prawidłowe ustawienie lustra.
- Kalibracja i stan techniczny instrumentu.
- Stan naładowania akumulatora.



## 7 PAMIĘTAJ



Poprawne ustawienie instrumentu i lustra oraz zapewnienie nieprzerwanej linii widoczności to klucz do wiarygodnych i dokładnych pomiarów EDM.



# 26 POMIAR KĄTÓW

## 1 CO TO JEST?

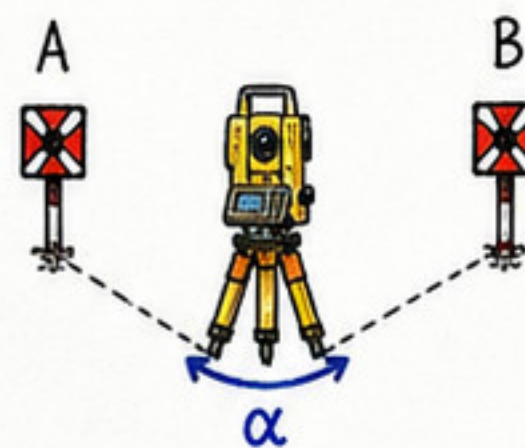
Pomiar kątów w topografii to określanie miary kątów poziomych i pionowych między kierunkami obserwacji. Umożliwia wyznaczanie położenia punktów, wykonywanie podziałów oraz kontrolę prac geodezyjnych.



## 2 RODZAJE KĄTÓW

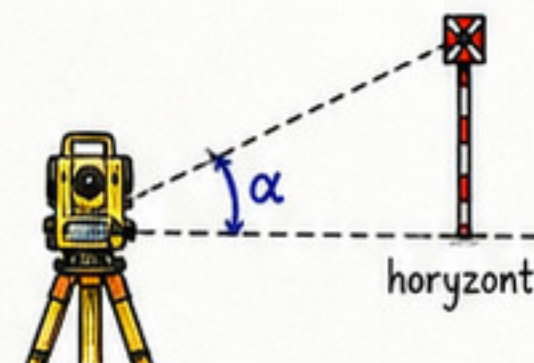
### Kąt poziomy

Mierzony w płaszczyźnie poziomej między kierunkami do punktów.



### Kąt pionowy

Mierzony w płaszczyźnie pionowej między kierunkiem celowania a horyzontem.



## 3 SPRZĘT



Teodolit



Tachimetr



Statyw



Tyczka



Notes polowy

## 4 PRZEBIEG POMIARU

### 1 Ustawienie

Ustaw instrument nad punktem na statywie.

### 2 Poziomowanie

Wypoziomuj instrument za pomocą libelli i śrub nastawczych.

### 3 Celowanie

Wyceluj na punkt A, następnie na punkt B.

### 4 Odczyt

Odczytaj wartość kąta z kręgu poziomego lub pionowego.

### 5 Zapis

Zapisz wynik w notesie polowym wraz z datą, punktem i uwagami.



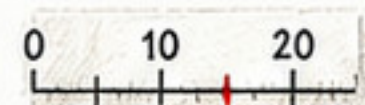
## 5 ZASTOSOWANIA

- Wyznaczanie osnów geodezyjnych.
- Podziały katowe w terenie.
- Tyczenie obiektów i osi projektowych.
- Kontrola geometrii obiektów i robót.



## 6 BŁĘDY I TRUDNOŚCI

- Złe poziomowanie  
Prowadzi do systematycznych błędów katowych.
- Błąd odczytu  
Niewłaściwe odczytanie skali lub pomyłka w zapisie.
- Drgania instrumentu  
Powodują rozmycie obrazu i trudności w celowaniu.
- Słaba widoczność  
Mgła, deszcz, słońce w osi – zmniejszają dokładność pomiaru.



## PAMIĘTAJ

Dokładny pomiar kątów zaczyna się od starannego ustawienia instrumentu. Prawidłowe poziomowanie, spokojne celowanie i uważny odczyt to podstawa dokładnych i wiarygodnych wyników.





# 27 KĄT POZIOMY

## 1 CO TO JEST?

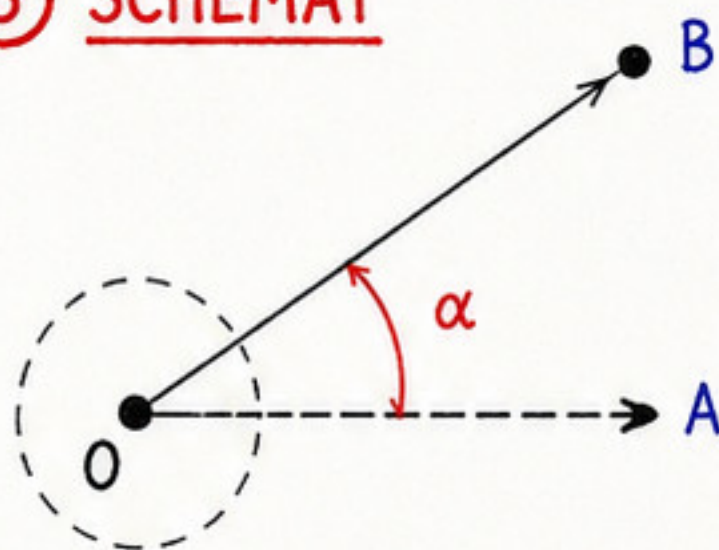
Kąt poziomy to kąt zawarty między dwoma kierunkami leżącymi w tej samej płaszczyźnie poziomej.



## 2 JAK GO ODCZYTAĆ?

- 1 Stanowisko: miejsce ustawienia instrumentu.
- 2 Kierunek początkowy: kierunek odniesienia, od którego zaczynamy pomiar.
- 3 Kierunek końcowy: kierunek, do którego mierzymy kąt.
- 4 Odczyt: wartość kąta poziomego pomiędzy kierunkami.

## 3 SCHEMAT



O – stanowisko

A – kierunek początkowy

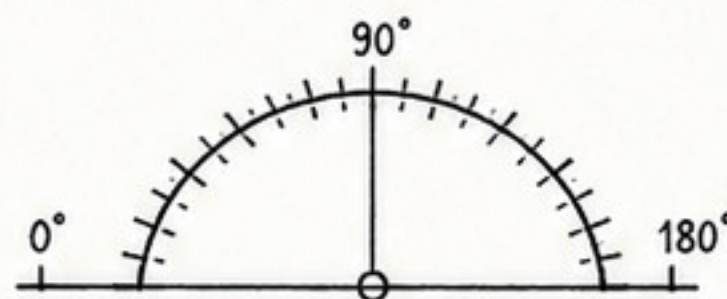
B – kierunek końcowy

$\alpha$  – kąt poziomy

## 4 JEDNOSTKI

Kąt poziomy wyrażamy w stopniach, minutach i sekundach.

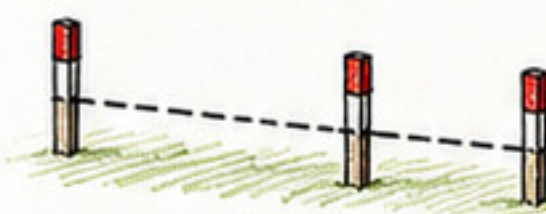
$$1^{\circ} = 60' \quad 1' = 60''$$



## 5 ZASTOSOWANIA



- Ciągi poligonowe  
Wyznaczanie kolejnych kątów w przebiegu poligonowym.



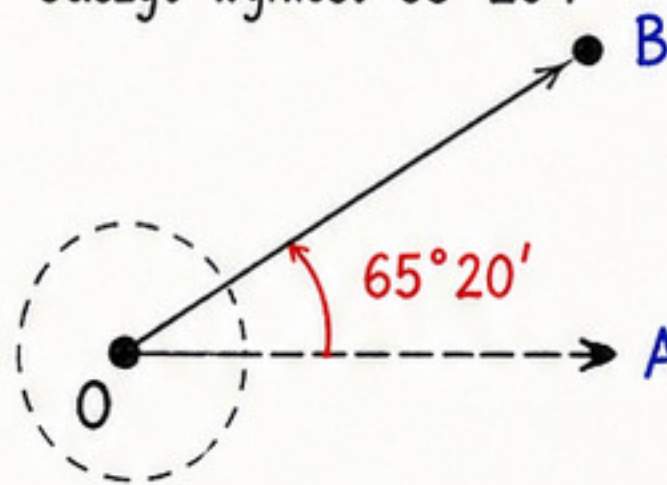
- Tyczenie  
Przenoszenie kierunków i wyznaczanie punktów w terenie.



- Orientacja  
Określanie kierunków do punktów znanych w terenie.

## 6 PRZYKŁAD

Zmierzono kąt poziomy między kierunkiem na punkt A a kierunkiem na punkt B. Odczyt wyniósł  $65^{\circ}20''$ .



Odczyt:  
 $65^{\circ}20'$

= 65 stopni  
20 minut  
0 sekund

## 7 PAMIĘTAJ



- Zawsze wypoziomuj instrument przed pomiarem.
- Zapisuj kierunek początkowy i końcowy oraz wartość kąta w dzienniku pomiarów.





# 28 KĄT PIONOWY

## 1 CO TO JEST?

Kąt pionowy to kąt między linią celowania do punktu a płaszczyzną poziomą (horyzontem).

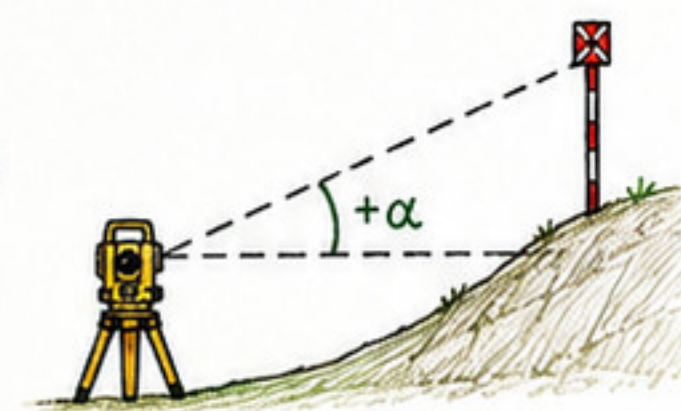
Określa, czy punkt znajduje się powyżej (kąt wzniesienia) czy poniżej (kąt obniżenia) horyzontu.



## 2 RODZAJE

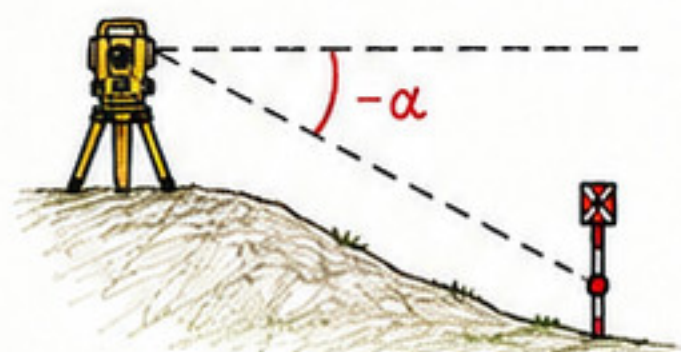
### • Kąt wzniesienia (+ $\alpha$ )

Punkt znajduje się powyżej horyzontu.

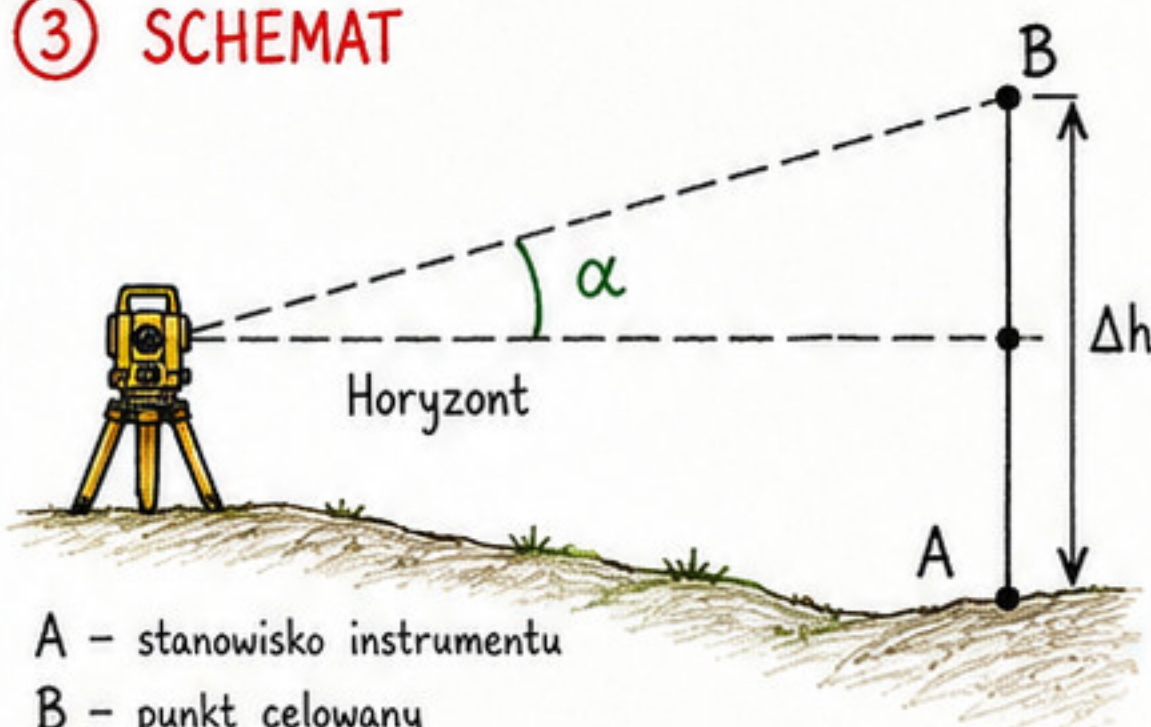


### • Kąt obniżenia (- $\alpha$ )

Punkt znajduje się poniżej horyzontu.



## 3 SCHEMAT



A – stanowisko instrumentu

B – punkt celowany

$\alpha$  – kąt pionowy

$\Delta h$  – różnica wysokości (B ponad A)

## 4 JAK MIERZYĆ?

1 Ustaw instrument w punkcie A i wypoziomuj.

2 Wyceluj na punkt B.

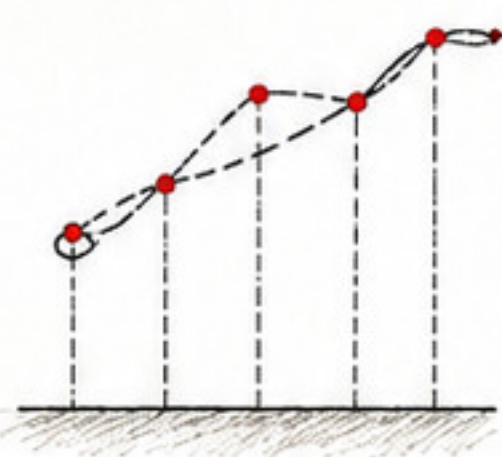
3 Odczytaj kąt pionowy  $\alpha$  na wyświetlaczu instrumentu.

4 Zapisz znak kąta:  
dodatni (+) – wzniesienie,  
ujemny (-) – obniżenie.



## 5 ZASTOSOWANIA

- Wyznaczanie różnic wysokości między punktami.
- Pomiary profili terenu.
- Niweacja trygonometryczna i kontrola wysokości.



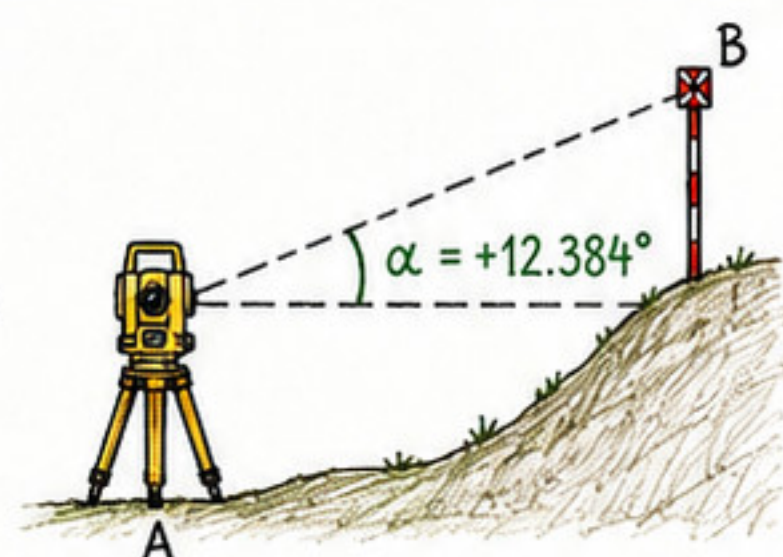
## 6 PRZYKŁAD

Punkt B znajduje się powyżej horyzontu.

Odczyt kąta pionowego

$\alpha = +12.384^\circ$

Kąt wzniesienia jest dodatni.



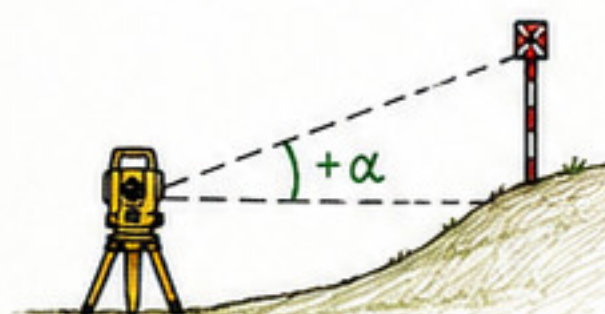
## 7 PAMIĘTAJ



Zawsze odróżniaj kąt wzniesienia (dodatni) od kąta obniżenia (ujemny).

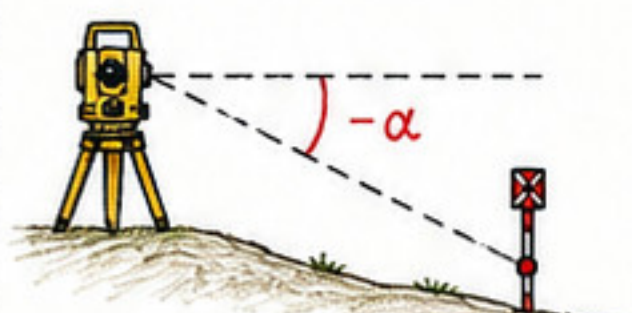
Znak kąta wpływa na obliczenia różnicy wysokości i dalsze opracowanie wyników.

### KĄT WZNIESIENIA (+)



B wyżej od A

### KĄT OBNIŻENIA (-)



B niżej od A



# 29 AZYMUT TOPOGRAFICZNY

## 1 CO TO JEST?

Azymut topograficzny to kąt mierzony kierunku liczony od kierunku północnego (N) zgodnie z ruchem wskazówek zegara.



## 2 ZAKRES

Azymut może przyjmować wartości od  $0^\circ$  do  $360^\circ$ .

$0^\circ$  (lub  $360^\circ$ ) oznacza kierunek północny.

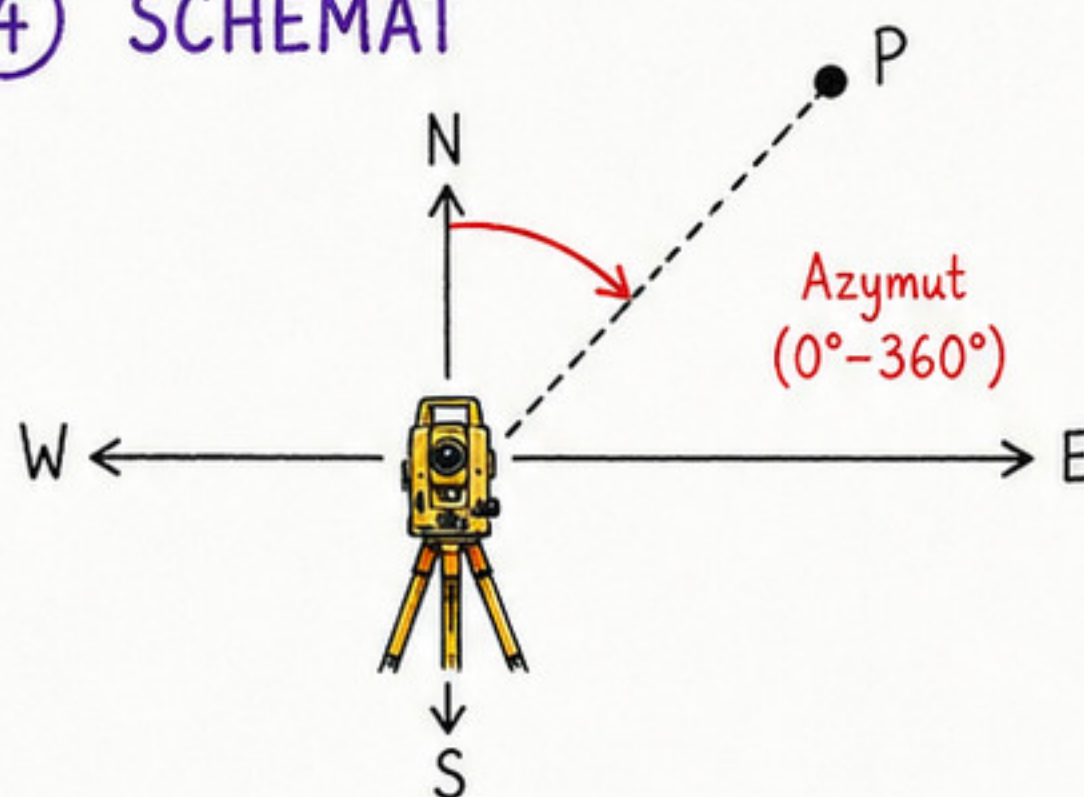
$180^\circ$  oznacza kierunek południowy.

## 3 JAK WYZNACZYĆ?

- 1 Ustaw instrument dokładnie i wyznacz kierunek północny (N).
- 2 Skieruj instrument na punkt P.
- 3 Odczytaj kąt w kierunku zgodnym z ruchem wskazówek zegara od  $0^\circ$  do  $360^\circ$ .

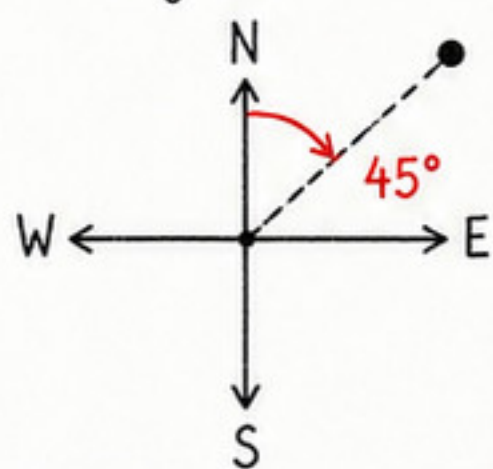


## 4 SCHEMAT

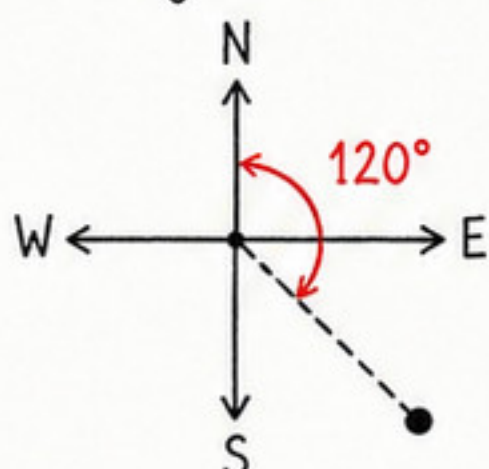


## 5 PRZYKŁADY

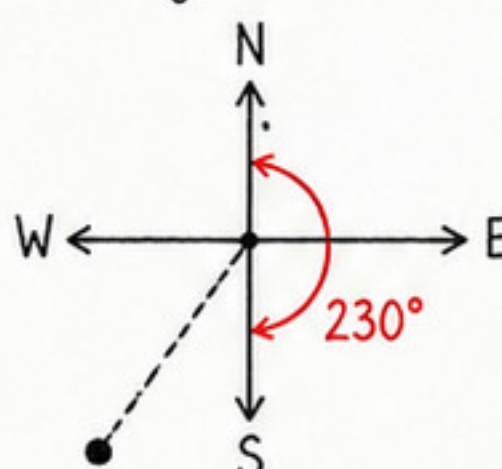
Azymut  $45^\circ$



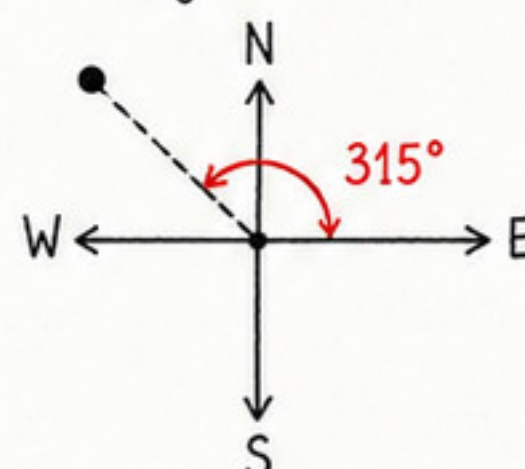
Azymut  $120^\circ$



Azymut  $230^\circ$

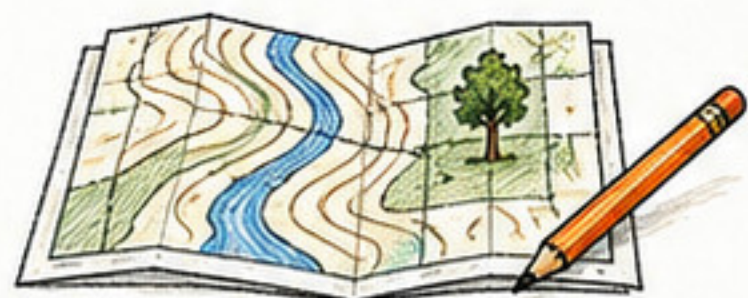


Azymut  $315^\circ$



## 6 ZASTOSOWANIA

- Określanie kierunków w terenie.
- Pomiary i tyczenie punktów.
- Mapowanie i sporządzanie map.



## 7 PAMIĘTAJ



Azymut zawsze zaczyna się od kierunku północnego i liczony jest zgodnie z ruchem wskazówek zegara.



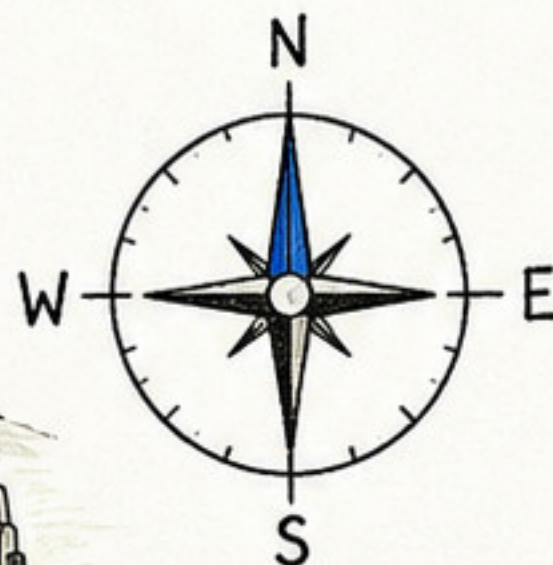


# 30 RUMB TOPOGRAFICZNY

## 1 CO TO JEST?

Rumb to kierunek wyrażony kątem mierzonym od osi północ-południe w stronę wschodu lub zachodu.

Kąt rumbu zawsze jest mniejszy niż  $90^\circ$ .

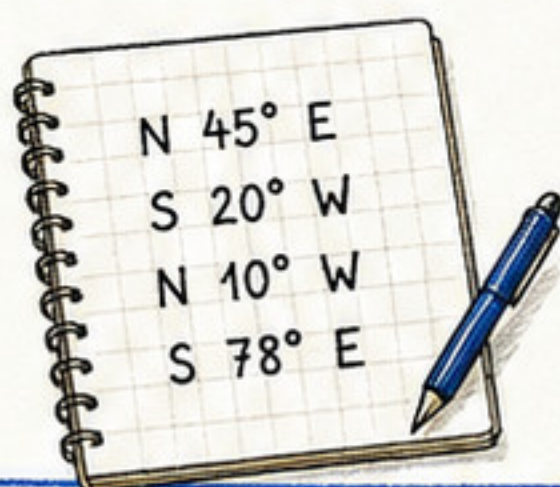


## 2 ZAPIS

Rumb zapisujemy literą określającą kierunek początkowy (N lub S), wartością kąta ( $0^\circ - 90^\circ$ ) oraz literą określającą kierunek końcowy (E lub W).

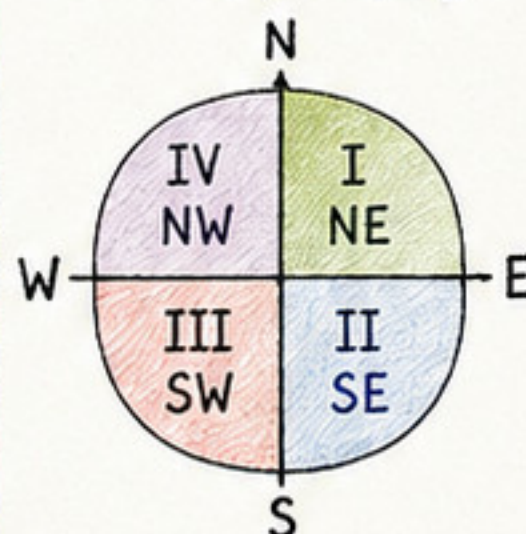
Przykłady:

- N  $45^\circ$  E
- S  $20^\circ$  W
- N  $10^\circ$  W
- S  $78^\circ$  E



## 3 ĆWIARTKI

Rumb określamy w czterech ćwiartkach układu współrzędnych:



- I ćwiartka NE
- II ćwiartka SE
- III ćwiartka SW
- IV ćwiartka NW

## 4 RÓŻNICA MIĘDZY RUMBEM A AZYMUTEM

Rumb:

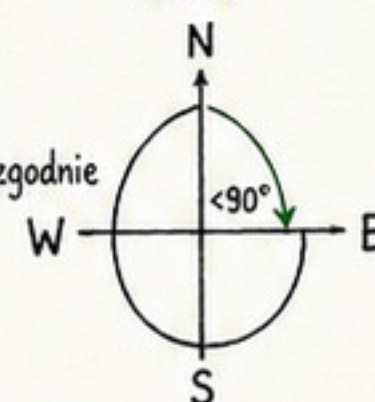
- mierzony od osi N-S w stronę E lub W
- kąt zawsze  $< 90^\circ$

Azymut:

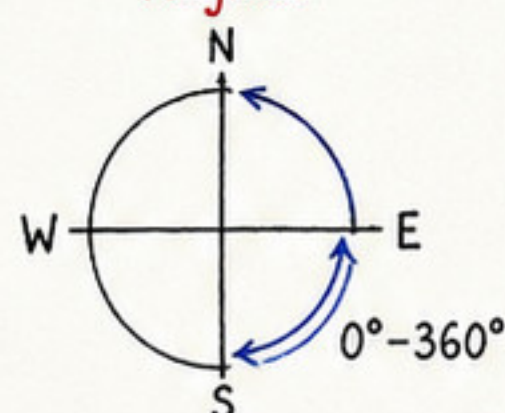
- mierzony od kierunku północnego (N) zgodnie z ruchem wskazówek zegara
- kąt  $0^\circ - 360^\circ$

VS.

Rumb



Azymut

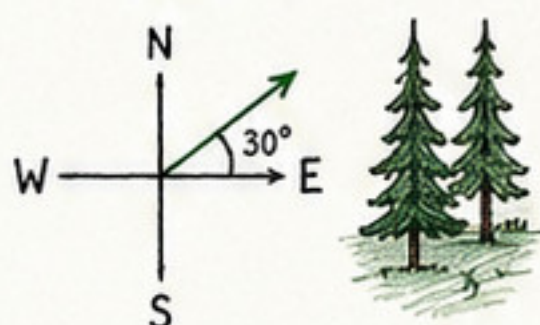


## 5 PRZYKŁADY

Przykładowe rumby w poszczególnych ćwiartkach:

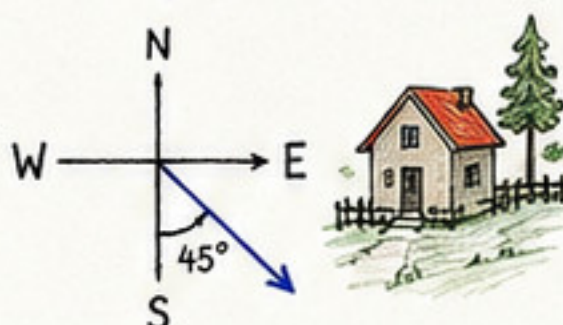
I ćwiartka (NE)

N  $30^\circ$  E



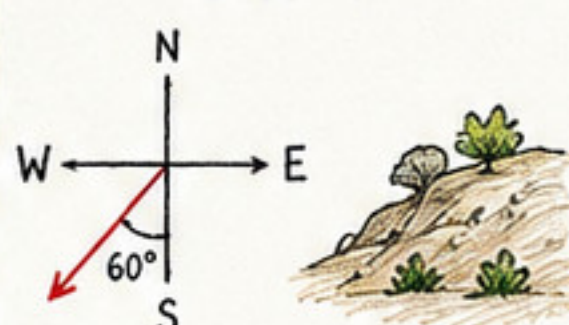
II ćwiartka (SE)

S  $45^\circ$  E



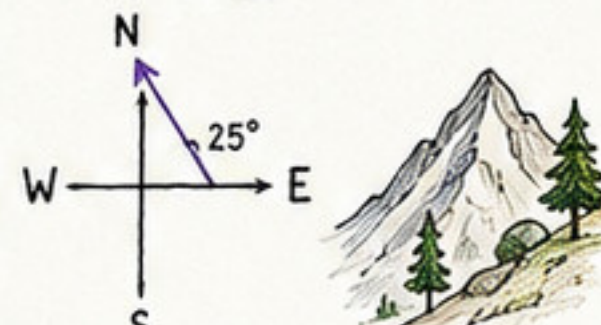
III ćwiartka (SW)

S  $60^\circ$  W



IV ćwiartka (NW)

N  $25^\circ$  W



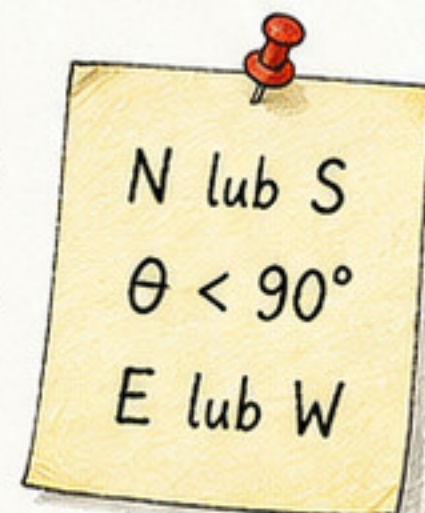
## 6 ZASTOSOWANIA

- Określanie i opisywanie kierunków w terenie.
- Orientacja map i szkiców.
- Opis położenia obiektów względem osi N-S.
- Prace geodezyjne i nawigacyjne.



## 7 PAMIĘTAJ

- Pierwsza litera rumbu to zawsze N lub S.
- Ostatnia litera rumbu to zawsze E lub W.
- Kąt rumbu jest zawsze  $< 90^\circ$ .





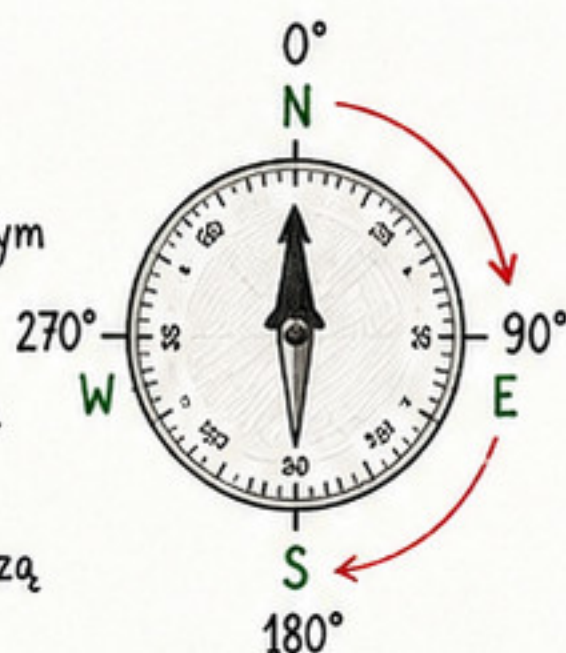
# 31 KONWERSJA AZYMUT $\leftrightarrow$ RUMB

## 1 CO TO OZNACZA?

Konwersja między azymutem pełnym ( $0^\circ$ – $360^\circ$ ) a rumbą (kątem kierunkowym w ćwiartce).

Azymut mierzy się od północy zgodnie z ruchem wskazówek zegara.

Rumb definiuje kierunek przez najbliższą północ lub południe oraz wschód lub zachód w danej ćwiartce.



## 2 ZASADA

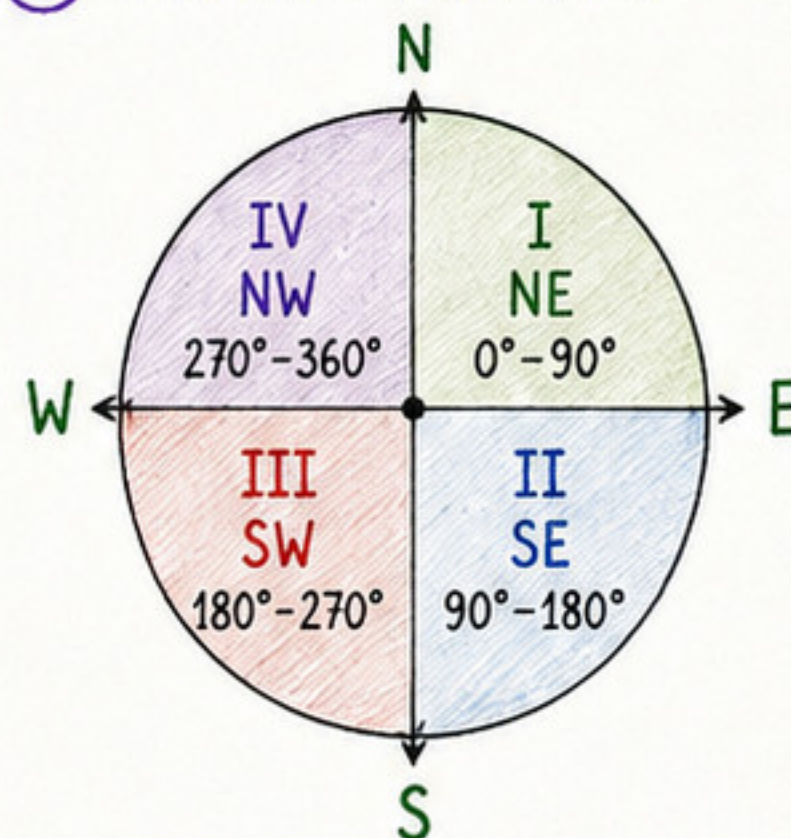
Najpierw określ, w której ćwiartce znajduje się kierunek, a następnie zastosuj odpowiedni wzór.



## 3 TABLICA WZORÓW

| ZAKRES AZYMUTU                                        | RUMB (KĄT KIERUNKOWY)                                     |
|-------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------|
| $0^\circ \leq A < 90^\circ$<br>(ĆWIARTKA I – NE)      | $R = A \rightarrow N A^\circ E$                           |
| $90^\circ \leq A < 180^\circ$<br>(ĆWIARTKA II – SE)   | $R = 180^\circ - A \rightarrow S (180^\circ - A)^\circ E$ |
| $180^\circ \leq A < 270^\circ$<br>(ĆWIARTKA III – SW) | $R = A - 180^\circ \rightarrow S (A - 180^\circ)^\circ W$ |
| $270^\circ \leq A < 360^\circ$<br>(ĆWIARTKA IV – NW)  | $R = 360^\circ - A \rightarrow N (360^\circ - A)^\circ W$ |

## 4 SCHEMAT ĆWIARTEK



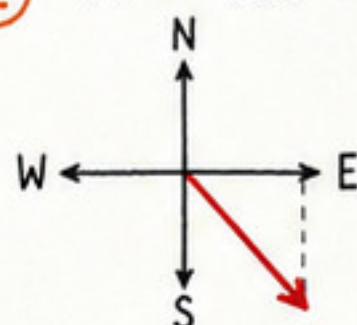
## 5 PRZYKŁADY

1  $A = 45^\circ$



N 45° E

2  $A = 120^\circ$



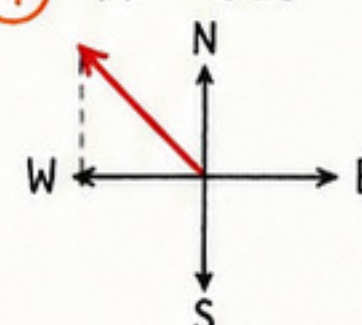
S 60° E

3  $A = 230^\circ$



S 50° W

4  $A = 315^\circ$



N 45° W

## 6 JAK WRÓCIĆ DO AZYMUTU?

Aby zamienić rumb (R) na azymut (A):

- I (NE):  $A = R$
- II (SE):  $A = 180^\circ - R$
- III (SW):  $A = 180^\circ + R$
- IV (NW):  $A = 360^\circ - R$



## PAMIĘTAJ

Kąt w rumbą jest zawsze mniejszy niż  $90^\circ$ .

Rumb zawsze ma postać:  
N lub S  $\alpha^\circ$  E lub W  
(np. S 60° E).

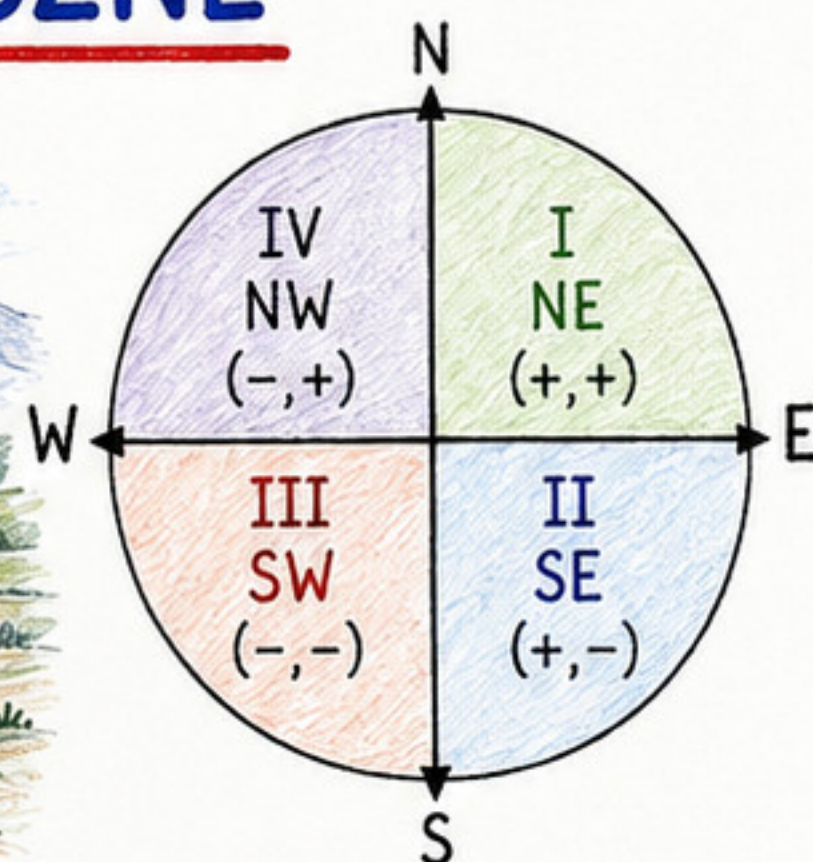


# 32 ĆWIARTKI TOPOGRAFICZNE

## 1 CO TO JEST?

Ćwiartki topograficzne to podział płaszczyzny poziomej na cztery części o kącie  $90^\circ$ .

Służą do określania kierunku względem stron świata oraz do zapisu kątów położenia punktów i kierunków w terenie.



## 2 SĄ 4 ĆWIARTKI

- 1 NE (północny wschód)  $0^\circ - 90^\circ$
- 2 SE (południowy wschód)  $90^\circ - 180^\circ$
- 3 SW (południowy zachód)  $180^\circ - 270^\circ$
- 4 NW (północny zachód)  $270^\circ - 360^\circ$

★ Zakresy kątów mierzone są zgodnie z ruchem wskazówek zegara od północy.

## 3 CHARAKTERYSTYKA

| Ćwiartka | Zakres kątów            | Znaki ( $H_x, H_y$ ) | Zwrot kątów | Kierunek ogólny |
|----------|-------------------------|----------------------|-------------|-----------------|
| I NE     | $0^\circ - 90^\circ$    | + +                  | prawa       | N E             |
| II SE    | $90^\circ - 180^\circ$  | + -                  | prawa       | S E             |
| III SW   | $180^\circ - 270^\circ$ | - -                  | lewa        | S W             |
| IV NW    | $270^\circ - 360^\circ$ | - +                  | lewa        | N W             |

★  $H_x$  – składowa w osi E-W (wschód dodatni)  
 $H_y$  – składowa w osi N-S (północ dodatnia)

## 4 JAK WYZNACZYĆ KIERUNEK?

- 1 Ustaw stanowisko i wypoziomuj instrument.
- 2 Zorientuj instrument na znany punkt A (kąt zamknięcia).
- 3 Zmierz kąt do punktu B.
- 4 Sprawdź poprawność odczytu.
- 5 Określ ćwiartkę na podstawie znaku składowych lub kąta.



## 5 JAK ZAPISAĆ KIERUNEK?

- Podaj ćwiartkę i wartość kąta, np.: I  $45^\circ$
- Można użyć skrótu, np.: NE  $45^\circ$
- Kąt zawsze podaj w zakresie  $0^\circ - 90^\circ$  w danej ćwiartce.

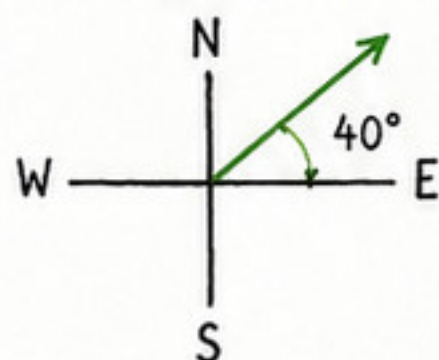


### PRZYKŁADY

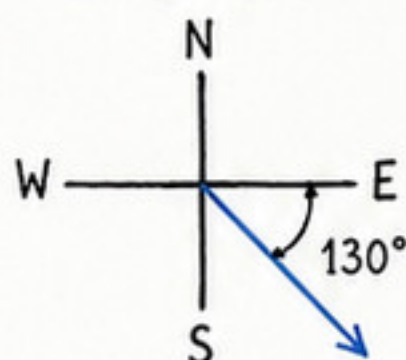
- NE  $35^\circ$  • SE  $72^\circ$  • SW  $18^\circ$  • NW  $60^\circ$

## 6 PRZYKŁADY GRAFICZNE

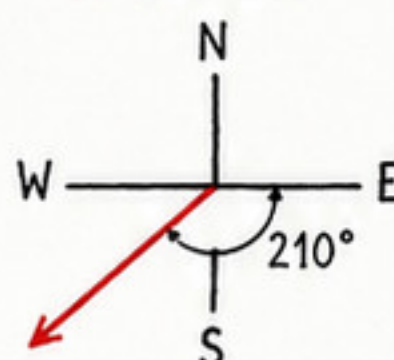
1. NE  $40^\circ$



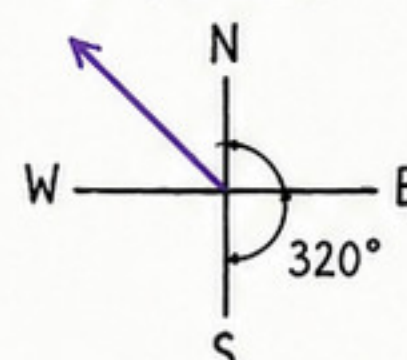
2. SE  $130^\circ$



3. SW  $210^\circ$



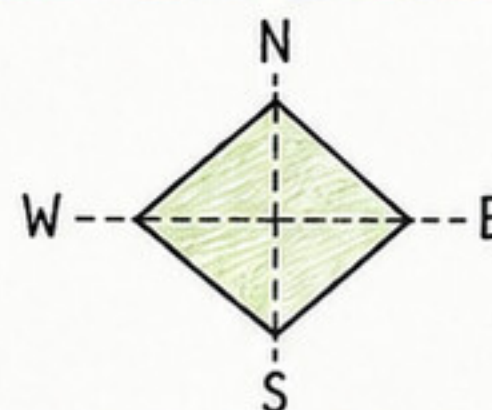
4. NW  $320^\circ$



## 7 PAMIĘTAJ



- Ćwiartki ułatwiają orientację w terenie i zapis kierunków.
- W geodezji wykorzystuje się je m.in. przy obliczeniach współrzędnych oraz wyznaczaniu rumba.
- Znajomość ćwiartek zwiększa dokładność i czytelność pracy geodezyjnej!





# 33 DEKLINACJA MAGNETYCZNA

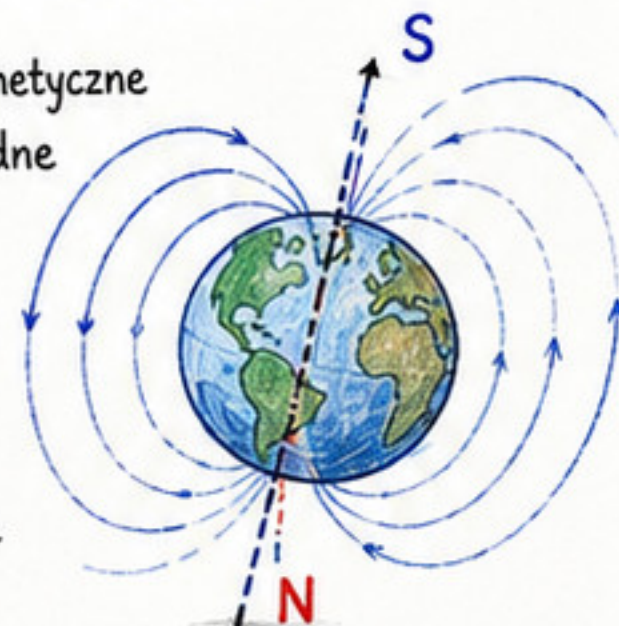
## 1 CO TO JEST?

Deklinacja magnetyczna to kąt między kierunkiem północy geograficznej (rzeczywistej) a kierunkiem północy magnetycznej – wskazywanym przez igłę magnetyczną kompasu.



## 2 DLACZEGO POWSTAJE?

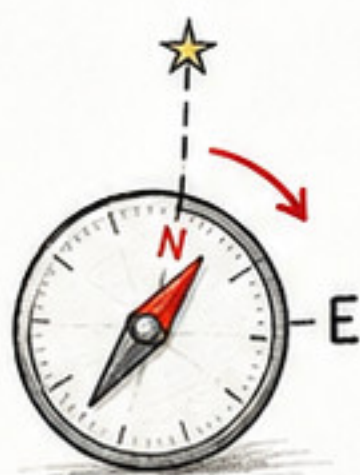
Powstaje, ponieważ pole magnetyczne Ziemi nie jest idealnie zgodne z osiami obrotu Ziemi. Bieguny magnetyczne są przesunięte względem biegunów geograficznych i zmieniają swoje położenie w czasie.



## 3 RODZAJE

### Deklinacja wschodnia (dodatnia)

Północ magnetyczna leży na wschód od północy geograficznej.  
Wartość  $D > 0^\circ$ .



### Deklinacja zachodnia (ujemna)

Północ magnetyczna leży na zachód od północy geograficznej.  
Wartość  $D < 0^\circ$ .



## 4 SCHEMAT

Północ geograficzna (rzeczywista)  $N^G$   
Północ magnetyczna (wskazywana przez kompas)  $N^M$   
Kąt  $D$



## 5 WPŁYW NA POMIAR

Kompas (kierunki magnetyczne)    Mapa (kierunki geograficzne)



Jeśli nie uwzględnimy deklinacji, nasze pomiary będą obciążone błędem kątowym równym wartości  $D$ .

## 6 JAK UWZGLĘDNIĆ?

Aby przeliczyć kierunek magnetyczny (z kompasu) na kierunek geograficzny (na mapie):

$$K_{\text{geogr}} = K_{\text{magn}} \pm D$$

gdzie:

$D$  – deklinacja magnetyczna  
dodatnia – wschodnia (+)  
ujemna = zachodnia (-)



## 7 PAMIĘTAJ

Deklinacja magnetyczna zmienia się w zależności od miejsca i czasu.  
Zawsze sprawdzaj aktualną wartość deklinacji dla danego obszaru w wiarygodnych źródłach.





# 34 POŁUDNIK GEOGRAFICZNY I MAGNETYCZNY

## 1 CO TO JEST?

Południk geograficzny to linia łącząca bieguny geograficzne Ziemi.

Południk magnetyczny to kierunek wskazywany przez igłę magnetyczną kompasu – prowadzący ku biegunowi północnemu magnetycznemu.



## 2 POŁUDNIK GEOGRAFICZNY

- To linia wyznaczona przez oś obrotu Ziemi, łącząca biegun północny geograficzny z biegunem południowym geograficznym.
- Wyznacza kierunek północ-południe.
- Stanowi odniesienie dla siatek geograficznych na mapach.



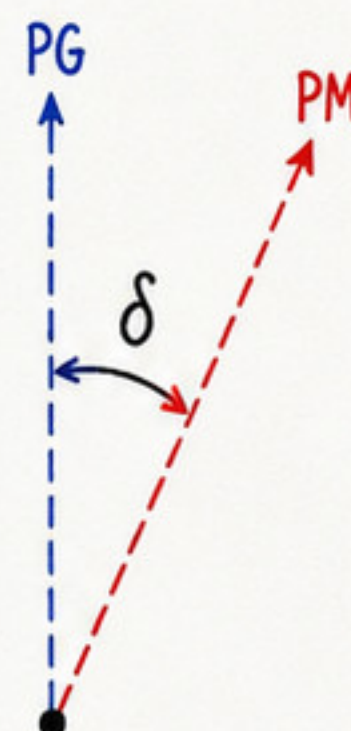
## 3 POŁUDNIK MAGNETYCZNY



- To kierunek wskazywany przez igłę magnetyczną kompasu, który prowadzi ku biegunowi północnemu magnetycznemu.
- Zmienia swoje położenie w czasie i zależy od miejsca na Ziemi.

## 4 RÓŻNICA MIĘDZY NIMI

- Południk geograficzny i magnetyczny nie pokrywają się.
- Różnica kątowa między nimi nazywa się deklinacją magnetyczną.
- Może być dodatnia (magnetyczny na wschód od geograficznego) lub ujemna (na zachód).



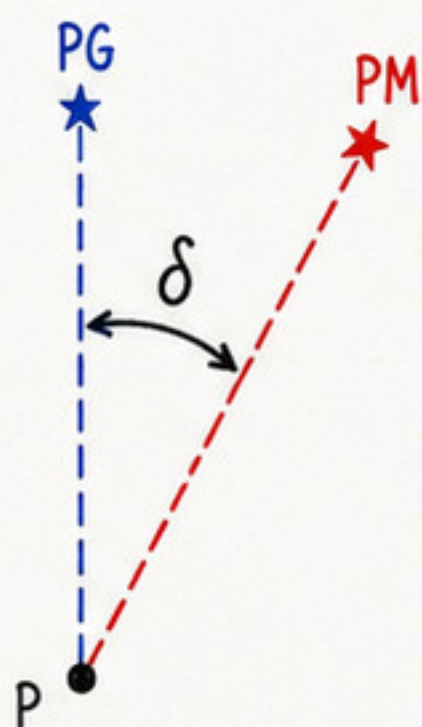
## 5 SCHEMAT

PG – północ geograficzna

PM – północ magnetyczna

P – punkt na powierzchni Ziemi

$\delta$  – deklinacja magnetyczna



## 6 ZASTOSOWANIA

- Nawigacja terenowa i morska.
- Praca z kompasem i busolą.
- Orientacja map w terenie.
- Pomiary geodezyjne i topograficzne.



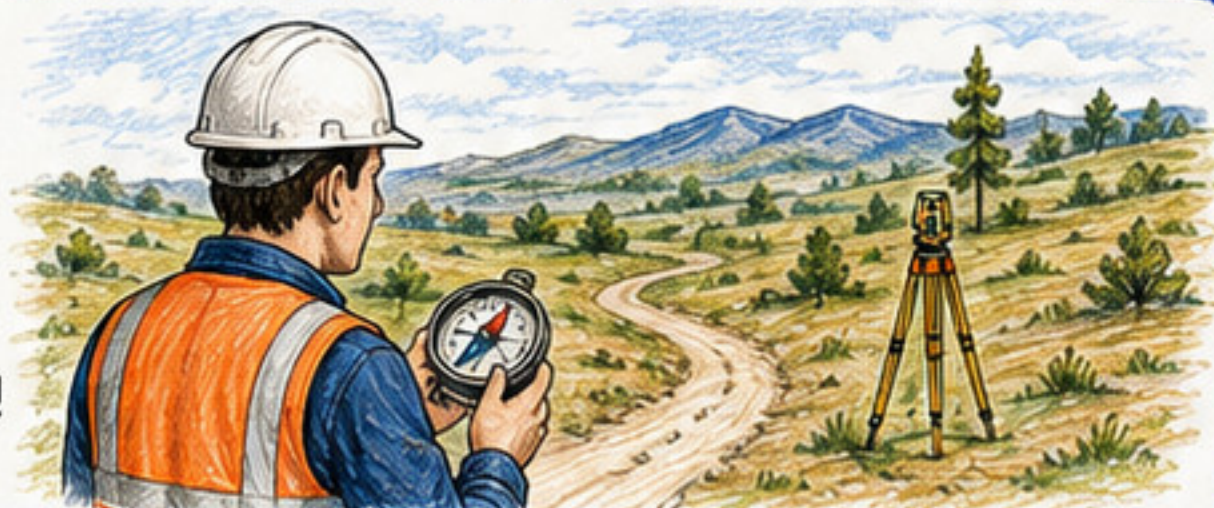
## 7 PAMIĘTAJ



Nigdy nie myl południka geograficznego z magnetycznym.

Błąd w uwzględnieniu deklinacji może prowadzić do nieprawidłowej orientacji mapy lub błędów w pomiarach.

Zawsze sprawdzaj aktualną wartość deklinacji dla danego obszaru!





# 35 OBLICZANIE SPADKÓW (%)

## 1 CO TO JEST?

Spadek terenu to stosunek różnicy wysokości do odległości poziomej, wyrażony w procentach (%).

Informuje, jak strome jest nachylenie powierzchni terenu.

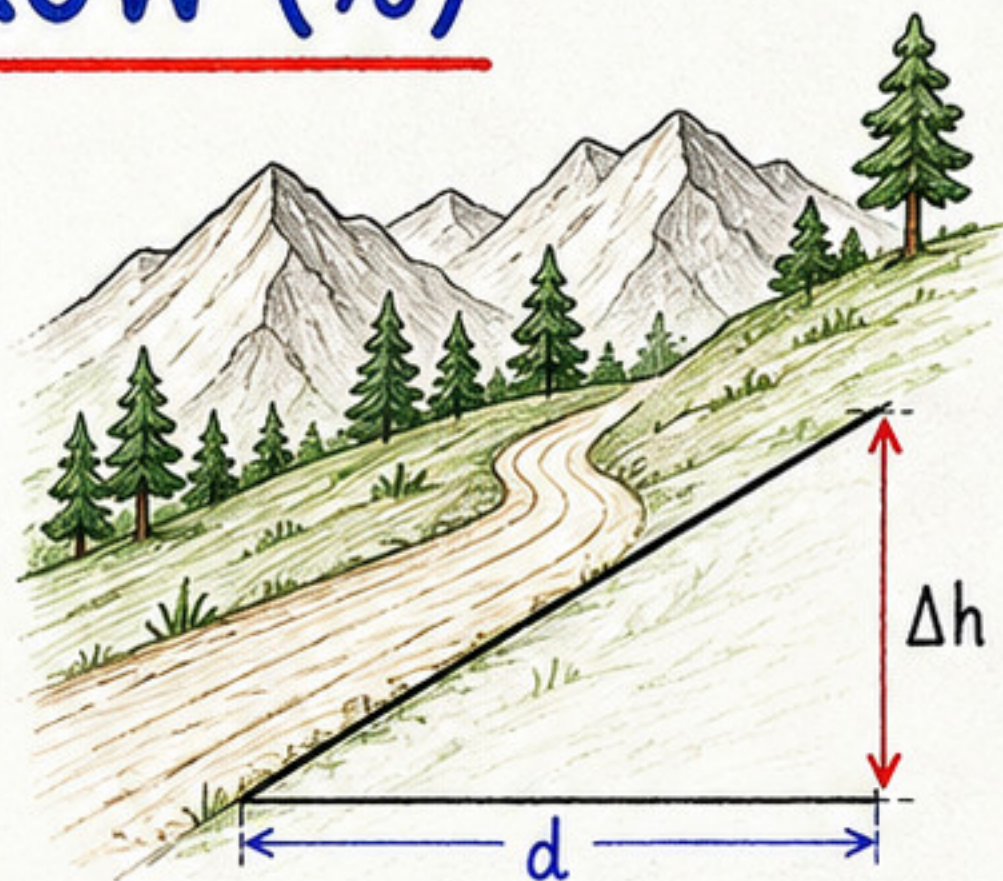
## 2 WZÓR

$$i = \frac{\Delta h}{d} \times 100$$

$i$  – spadek terenu (%)

$\Delta h$  = różnica wysokości (m)

$d$  = odległość pozioma (m)



## 3 JAK OBLICZAĆ?

1. Zmierz różnicę wysokości  $\Delta h$  między punktem wyższym a niższym.
2. Zmierz odległość poziomą  $d$  między tymi punktami.
3. Podstaw wartości do wzoru:  $i = \frac{\Delta h}{d} \times 100$ .
4. Oblicz wynik – otrzymasz spadek w procentach (%).

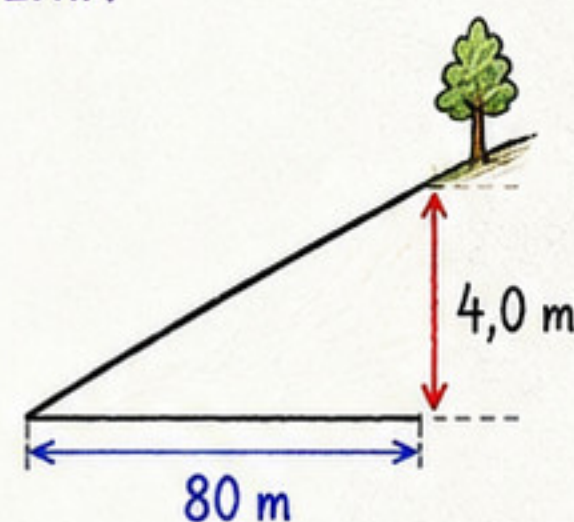
## 4 PRZYKŁAD OBLICZENIA

Różnica wysokości  $\Delta h = 4,0$  m

Odległość pozioma  $d = 80$  m

$$i = \frac{4,0}{80} \times 100 = 5\%$$

Spadek wynosi 5%.



## 5 INTERPRETACJA WYNIKU

Im większy spadek, tym bardziej strome nachylenie.

5%



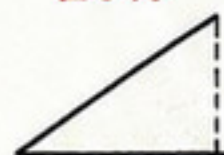
łagodny spadek  
5 m różnicy na 100 m

10%



umiarkowany spadek  
10 m różnicy na 100 m

20%



duży spadek  
20 m różnicy na 100 m

Pamiętaj: 10% oznacza, że na każde 100 m w poziomie teren wznosi się lub opada o 10 m.



## 6 ZASTOSOWANIA



### DROGI

Projektowanie tras, sprawdzenie dopuszczalnych spadków podjazdów.



### ODWODNIENIE

Projektowanie rowów i systemów odwadniających (WODA MUSI PŁYNAĆ).



### BUDOWNICTWO

Kontrola niwelety fundamentów, posadzek, ramp i pochylni.



### ROLNICTWO

Planowanie nawadniania, zapobieganie erozji gleby.



### TURYSTYKA I SPORT

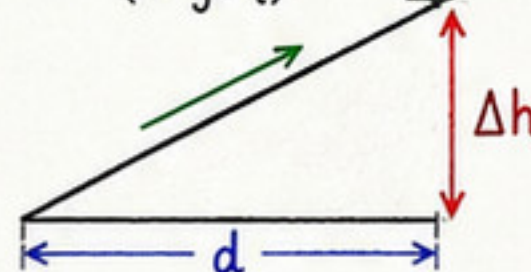
Ocena trudności tras pieszych i rowerowych.

## 7 PAMIĘTAJ

- ✓ Zawsze używaj odległości poziomej (nie po skosie).
- ✓ Jednostki muszą być zgodne – najczęściej metry (m).
- ✓ Spadek może być dodatni (w górę) lub ujemny (w dół).
- ✓ Dokładne pomiary = niezawodne wyniki!

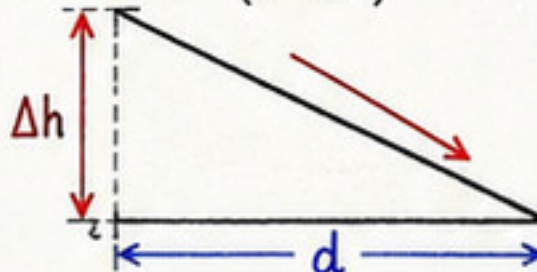
### SPADEK DODATNI

(w górę)



### SPADEK UJEMNY

(w dół)



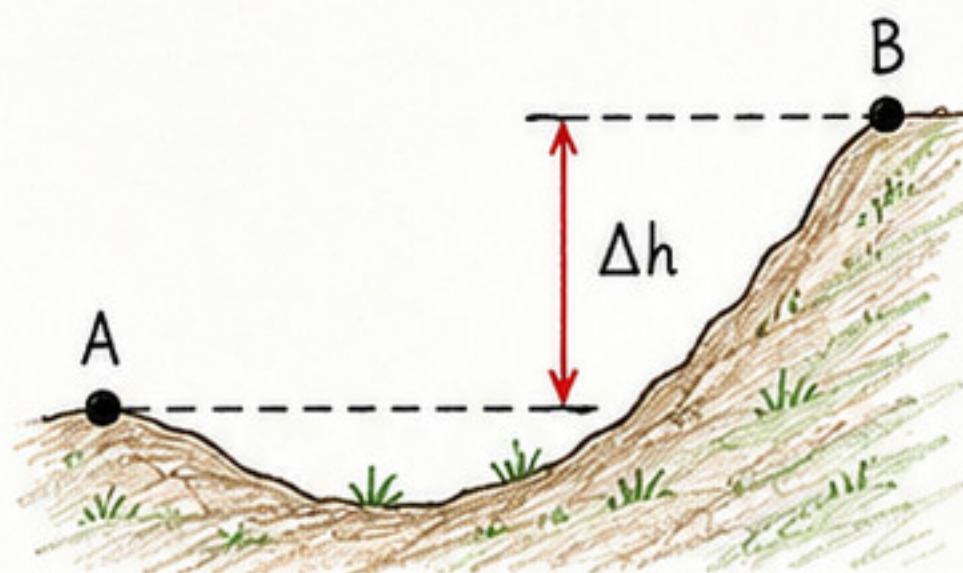


# 36 OBLICZANIE RÓŻNIC WYSOKOŚCI

## 1 CO TO JEST?

Różnica wysokości ( $\Delta h$ ) to różnica w poziomach dwóch punktów A i B. Wskazuje, o ile punkt B znajduje się wyżej lub niżej od punktu A.

$$\Delta h = h_B - h_A$$



$h_A$  – wysokość punktu A  
 $h_B$  – wysokość punktu B  
 $\Delta h$  – różnica wysokości

Jeśli  $\Delta h > 0 \rightarrow B$  jest wyżej  
 Jeśli  $\Delta h < 0 \rightarrow B$  jest niżej

## 2 SPOSOBY WYZNACZANIA RÓŻNICY WYSOKOŚCI

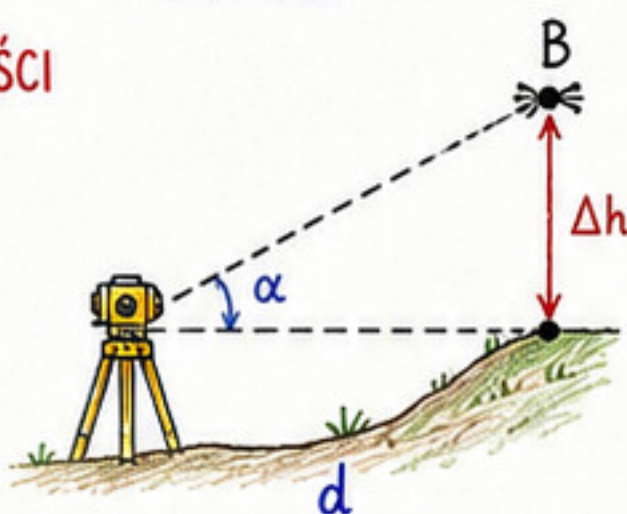
### • NIWELACJA GEOMETRYCZNA

Najdokładniejsza metoda. Różnica odczytów na łacie (lub kodzie) daje różnicę wysokości.



### • POMIAR Z KĄTA I ODLEGŁOŚCI

Różnicę wysokości wyznaczamy na podstawie kąta nachylenia  $\alpha$  i odległości poziomej  $d$ .



## 3 WZORY

### NIWELACJA GEOMETRYCZNA

$$\Delta h = o_A - o_B$$

$o_A$  – odczyt na punkcie A  
 $o_B$  – odczyt na punkcie B

### POMIAR Z KĄTA I ODLEGŁOŚCI

$$\Delta h = d \cdot \tan(\alpha)$$

$d$  – odległość pozioma (m)  
 $\alpha$  – kąt nachylenia ( $^\circ$  lub rad)  
 $\Delta h$  – różnica wysokości (m)

### PRZYBLIŻENIE DLA MAŁYCH KĄTÓW

$$\Delta h \approx d \cdot (\alpha \text{ w radianach}) \quad \text{gdy } \alpha \text{ jest mały} \quad (\tan \alpha \approx \alpha)$$

## 4 PRZYKŁAD Z ODCZYTÓW ŁATY



$$o_A = 1,425 \text{ m}$$

$$o_B = 0,875 \text{ m}$$

$$\Delta h = 1,425 - 0,875$$

$$\Delta h = 0,550 \text{ m}$$

Punkt B jest wyżej od A o 0,550 m.

## PRZYKŁAD LICZBOWY (kąt i odległość)

$$d = 80,00 \text{ m} \quad \alpha = 2,50^\circ$$

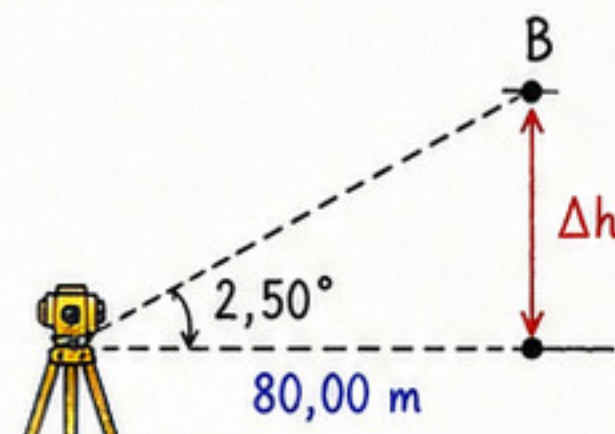
$$\Delta h = d \cdot \tan(\alpha)$$

$$\Delta h = 80,00 \cdot \tan(2,50^\circ)$$

$$\Delta h = 80,00 \cdot 0,04366$$

$$\Delta h = 3,49 \text{ m}$$

Punkt B jest wyżej od stanowiska o 3,49 m.



## 5 ZNAK DODATNI I UJEMNY

$\Delta h > 0$  Punkt B znajduje się wyżej od punktu A.



$\Delta h < 0$  Punkt B znajduje się niżej od punktu A.



## 6 ZASTOSOWANIA

- Wyznaczanie wysokości punktów terenowych.
- Kontrola spadków i niwelet projektowanych.
- Obliczanie różnic wysokości w sieciach osnów.
- Prace budowlane, drogowe i inżynierskie.
- Ustalanie wysokości obiektów i instalacji.



## PAMIĘTAJ

- ✓ Utrzymuj stabilne stanowisko i ustaw instrument starannie.
- ✓ Odczyty na łacie wykonuj na środkowym włosie celownika.
- ✓ Sprawdzaj poprawność pomiarów przez zamianę miejsc (A  $\rightarrow$  B).
- ✓ Zawsze zapisuj jednostki i notuj warunki terenowe.





# 37 DOKŁADNOŚĆ LINIOWA

## CO TO JEST?

Dokładność liniowa to stopień, w jakim zmierzona odległość odpowiada rzeczywistej długości linii na terenie.

Im mniejszy błąd, tym wyższa dokładność pomiaru.



Taśma  
miernicza



EDM /  
tachimetr

## OD CZEGO ZALEŻY?

- Dokładność użytego instrumentu (klasa taśmy, specyfikacja EDM).
- Warunki atmosferyczne (temperatura, ciśnienie, wilgotność).
- Nachylenie terenu i pionowanie instrumentu.
- Umiejętności i doświadczenie osoby wykonującej pomiar.
- Sposób ustawienia i stabilizacja punktów.

## JAK ZAPISYWAĆ DOKŁADNOŚĆ?

Najczęściej jako dopuszczalny błąd liniowy ( $\pm$ ) lub w mm. Dla instrumentów podaje się też dokładność w ppm.

### WZÓR

$$\Delta L = \pm (a + b \cdot D)$$

$\Delta L$  – dopuszczalny błąd liniowy (mm)  
 $a$  – stała dokładności (mm)  
 $b$  – dokładność w ppm (mm/km)  
 $D$  – zmierzona odległość (m)

## PRZYKŁAD

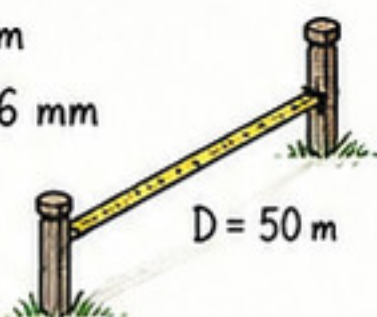
### 1. POMIAR TAŚMĄ

Taśma stalowa kl. II:  $\pm(1,5 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$   
Zmierzono długość  $D = 50 \text{ m}$ .

$$\Delta L = \pm (1,5 + 2 \cdot 50/1000) \text{ mm}$$

$$\Delta L = \pm (1,5 + 0,1) \text{ mm} = \pm 1,6 \text{ mm}$$

Wynik:  $50,000 \text{ m} \pm 0,002 \text{ m}$



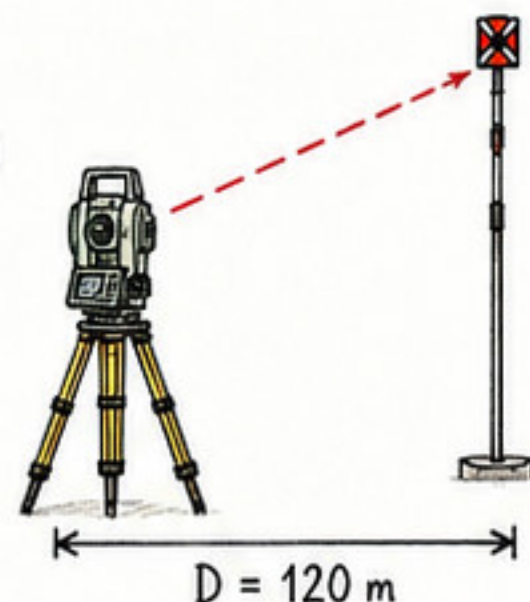
### 2. POMIAR EDM (TACHIMETR)

Tachimetr o dokładności:  $\pm(2 \text{ mm} + 2 \text{ ppm})$   
Zmierzono długość  $D = 120 \text{ m}$ .

$$\Delta L = \pm (2 + 2 \cdot 120/1000) \text{ mm}$$

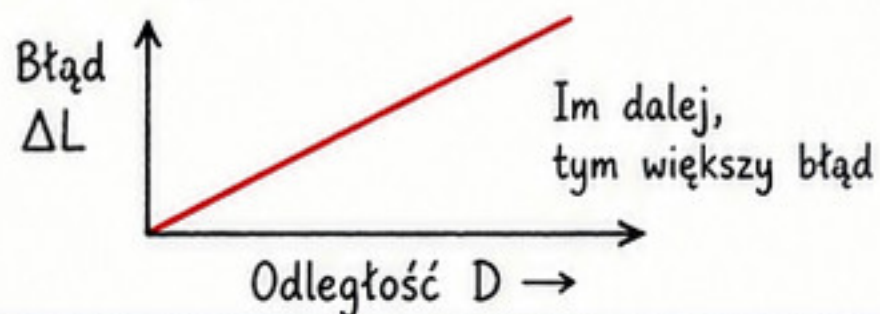
$$\Delta L = \pm (2 + 0,24) \text{ mm} = \pm 2,24 \text{ mm}$$

Wynik:  $120,000 \text{ m} \pm 0,002 \text{ m}$



## BŁĄD ROŚNIE Z ODLEGŁOŚCIĄ

Składnik „ $b \cdot D$ ” sprawia, że błąd liniowy zwiększa się wraz z odległością.



## PORÓWNANIE TAŚMA vs EDM

| Cecha             | TAŚMA                                   | EDM / TACHIMETR                         |
|-------------------|-----------------------------------------|-----------------------------------------|
| Typowa dokładność | $\pm(1-3 \text{ mm} + 2-5 \text{ ppm})$ | $\pm(1-3 \text{ mm} + 1-3 \text{ ppm})$ |
| Wpływ terenu      | Duży (nachylenie, naprężenie)           | Mały                                    |
| Wpływ warunków    | Znaczny (temperatura)                   | Umiarkowany (korekcje automatyczne)     |
| Czas pomiaru      | Dłuższy                                 | Krótki                                  |
| Zastosowanie      | Krótkie i średnie odległości            | Średnie i długie odległości             |

## ZASTOSOWANIA



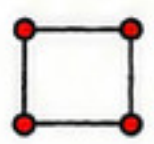
Pomiary sytuacyjno-wysokościowe



Wyznaczanie długości i osi obiektów



Kontrola i inwentaryzacja budowlana



Podziały działek i wytyczenia

## JAK POPRAWIĆ DOKŁADNOŚĆ?

- ✓ Używaj instrumentów o odpowiedniej klasie.
- ✓ Kalibruj i sprawdzaj instrumenty regularnie.
- ✓ Pionuj instrument i stabilizuj statyw.
- ✓ Mierz przy sprzyjających warunkach (atmosfera, temperatura).
- ✓ Stosuj poprawne metody pomiaru (np. naciąg taśmy, odczyt w osi).
- ✓ Wykonuj pomiary powtarzalne i kontrolne.

## PAMIĘTAJ



Dobra dokładność liniowa to podstawa wiarygodnych pomiarów i poprawnych obliczeń.

Zawsze dobieraj metodę pomiaru do wymaganej dokładności zadania.

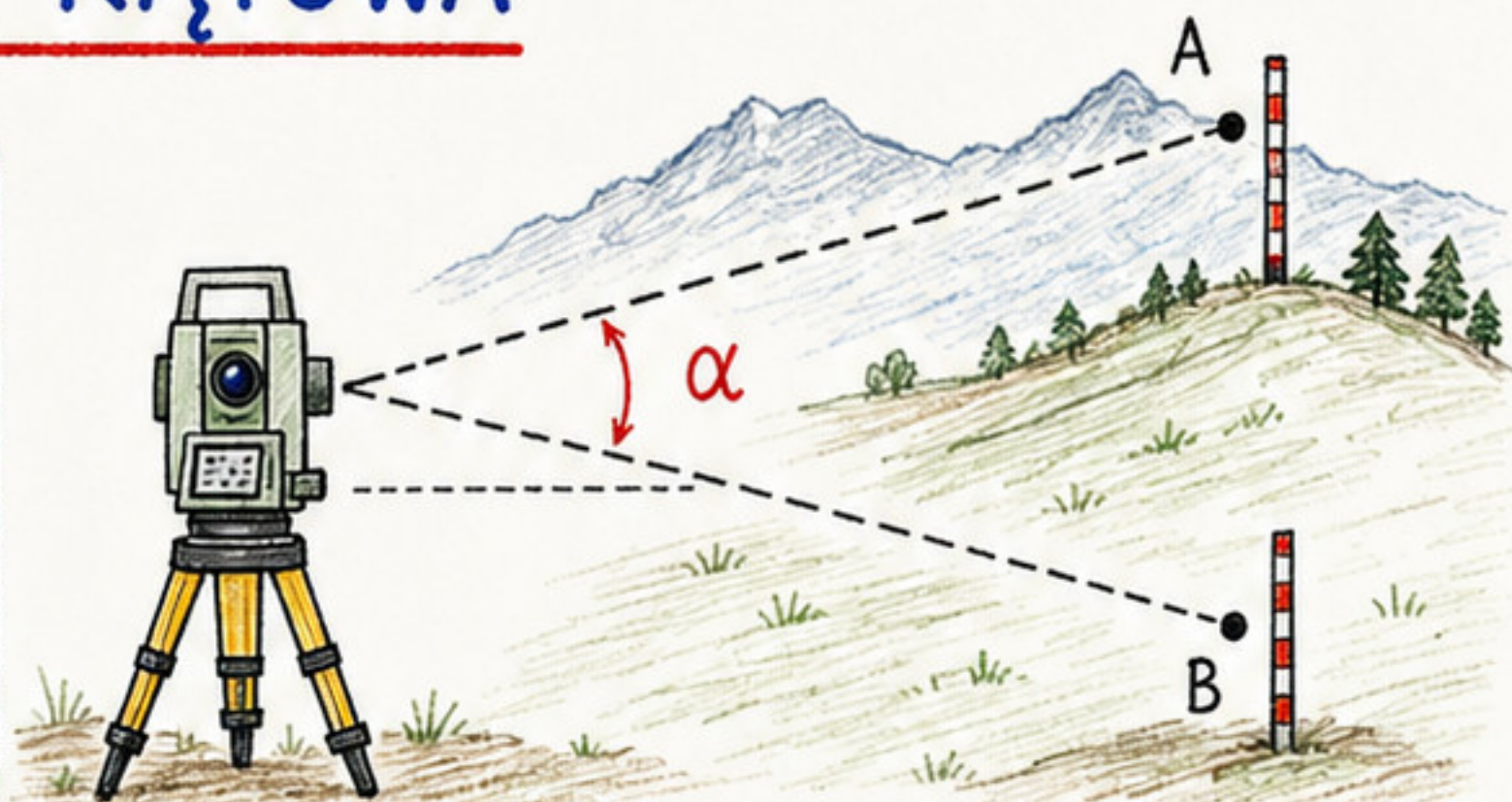


# 38 DOKŁADNOŚĆ KĄTOWA

## CO TO JEST?

Dokładność kątowna to stopień, z jaką instrument pomiarowy jest w stanie wyznaczyć wartość kąta.

Im mniejszy błąd kątowny, tym wynik pomiaru jest bardziej wiarygodny i precyzyjny.



## JEDNOSTKI

Kąty w geodezji wyrażamy w stopniach ( $^{\circ}$ ), minutach ( $'$ ) i sekundach ( $''$ ).

- 1 stopień ( $^{\circ}$ ) = 60 minut ( $'$ )
- 1 minuta ( $'$ ) = 60 sekund ( $''$ )

W pomiarach precyzyjnych stosuje się również sekundy kątowe ( $''$ ).

## PRZELICZNIK

$$1^{\circ} = 60'$$

$$1' = 60''$$

$$1^{\circ} = 3600''$$

## OD CZEGO ZALEŻY?

- Klasa i dokładność instrumentu.
- Staranność centrowania i poziomowania.
- Warunki atmosferyczne (wiatr, temperatura, refrakcja).
- Stabilność statywu i podłoża.
- Doświadczenie i technika obserwatora.

## PRZYKŁAD

Tachimetr o dokładności odczytu  $1''$ .

Odczyt kąta do punktu A =  $123^{\circ} 45' 17''$ .

Odczyt do punktu B =  $098^{\circ} 12' 09''$ .

$$\text{Kąt } \alpha = 25^{\circ} 33' 08''$$

Dokładność kąta zależy od dokładności odczytu każdego nastawienia oraz od eliminacji innych błędów (np. centrowania).

$$\text{Błąd odczytu } \pm 1''$$

$$\text{Błąd kąta } \pm 2''$$

(dwa nastawienia)

## JAK POPRAWIĆ DOKŁADNOŚĆ?

- ✓ Dokładnie centruj i poziomuj instrument.
- ✓ Używaj statywu stabilnego i sztywnego.
- ✓ Wykonuj pomiary przy dobrej widoczności.
- ✓ Unikaj pomiarów przy silnym wietrze i dużych wahanach temperatury.
- ✓ Powtarzaj pomiary i uśredniaj wyniki.
- ✓ Kontroluj i koryguj nastawy instrumentu.
- ✓ Starannie identyfikuj punkty i notuj odczyty.



## ZASTOSOWANIA

- Wyznaczanie kątów na osnowie geodezyjnej.
- Pomiary sytuacyjno-wysokościowe.
- Inwentaryzacja i pomiary budowlane.
- Pomiary osi dróg, torów i sieci uzbrojenia.
- Kontrola deformacji i monitoring konstrukcji.
- Prace inżynierskie i realizacyjne.

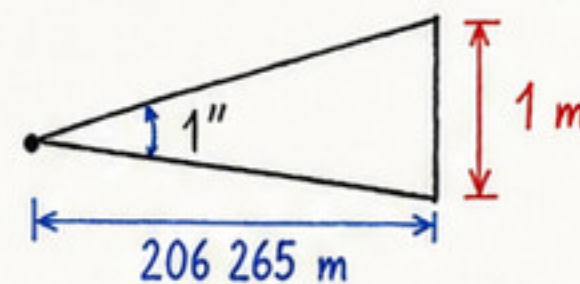


## SEKUNDA KĄTOWA

$1''$  to bardzo mały kąt:

$$1'' \approx 0,00027778^{\circ}$$

$$\approx 4,848 \times 10^{-6} \text{ rad}$$



Na odległości 206 265 m -  $1''$  odpowiada długości 1 m.



## PAMIĘTAJ!

Dokładność kątowna to nie tylko klasa instrumentu, ale przede wszystkim staranność i poprawna technika pomiaru. Dobre nawyki pomiarowe dają lepsze wyniki niż najdroższy sprzęt!





# 39 BŁĄD ZAMKNIĘCIA

## CO TO JEST?

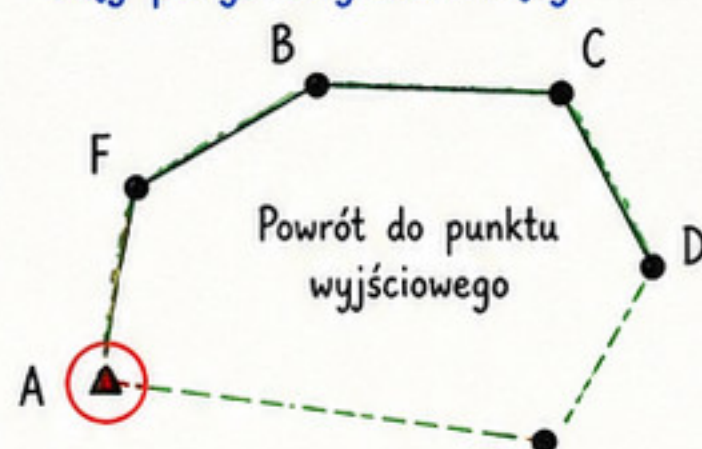
Błąd zamknięcia to różnica między wartością teoretycznie oczekiwaną a wartością uzyskaną po wykonaniu pełnego ciągu pomiarowego, który powinien się zamknąć.

Im mniejszy błąd zamknięcia, tym wyższa jakość pomiarów.



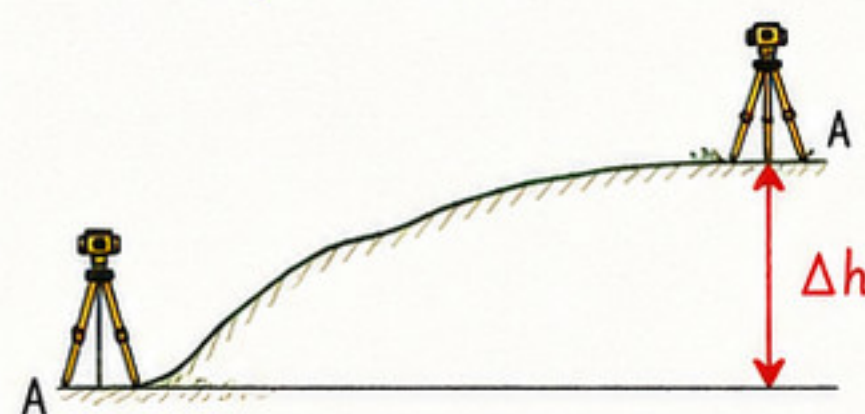
## GDZIE WYSTĘPUJE?

Ciąg poligonowy zamknięty



Błąd zamknięcia = różnica w położeniu między punktem końcowym a punktem A

Niwelacja zamknięta



Różnica wysokości obliczona nie powinna się różnić od zera.

## JAK OBLICZYĆ?

### 1. Ciąg poligonowy zamknięty

Błąd liniowy zamknięcia:

$$f_p = \sqrt{(\sum \Delta X)^2 + (\sum \Delta Y)^2}$$

### 2. Niwelacja zamknięta

Błąd zamknięcia:

$$f_h = \sum h_{\text{wzrostów}} - \sum h_{\text{spadków}}$$

Wartość teoretyczna = 0

## PRZYKŁAD

Niwelacja zamknięta

Suma wzrostów = 25,134 m

Suma spadków = 25,108 m

$$f_h = 25,134 - 25,108 \\ = +0,026 \text{ m}$$

Interpretacja:

Różnica wysokości nie wynosi 0, zatem błąd zamknięcia = +2,6 cm.

Poligon zamknięty

$\sum \Delta X = +0,018 \text{ m}$

$\sum \Delta Y = -0,024 \text{ m}$

$$f_p = \sqrt{0,018^2 + (-0,024)^2} \\ = 0,030 \text{ m}$$

Interpretacja:

Punkt końcowy nie pokrywa się z punktem wyjściowym o 3,0 cm.

## PRZYCZYNY

Błędy instrumentu



niedokładność odczytów, kalibracja

Warunki atmosferyczne



temperatura, wiatr, opady, refrakcja

Błędy obserwatora



odczyt, celowanie, zapisy

Niestabilność punktów



osuwanie gruntu, ruchy konstrukcji

Niedokładne ustawienie



centrowanie, poziomowanie, wysokość instrumentu

## JAK OGRANICZYĆ?

- Używaj sprawdzonego i skalibrowanego sprzętu.
- Starannie ustawiaj instrument i cel.
- Wykonuj pomiary w dobrych warunkach atmosferycznych.
- Stosuj pomiary kontrolne i domknięcia.
- Dokładnie zapisuj i weryfikuj dane w terenie.
- Planuj ciągi tak, aby były możliwie krótkie i zamknięte.

## ROZDZIAŁ BŁĘDU (KOMPENSACJA)

### 1. Niwelacja zamknięta

Poprawka na 1 m różnicy wysokości:

$$v = - \frac{f_h}{H_{\text{całk}}}$$

Poprawka na dany punkt:

$$V_i = v \cdot H_i$$

$f_h$  - błąd zamknięcia niwelacji

$H_{\text{całk}}$  - suma różnic wysokości

$H_i$  - odległość niwelowana do i-tego punktu

$V_i$  - poprawka do wysokości i-tego punktu

### 2. Ciąg poligonowy zamknięty

Rozdział błędu liniowego metodą Bowditcha:

$$V_{\Delta X_i} = - \frac{\sum \Delta X}{L_{\text{całk}}} \cdot \ell_i$$

$$V_{\Delta Y_i} = - \frac{\sum \Delta Y}{L_{\text{całk}}} \cdot \ell_i$$

$\ell_i$  - długość boku i-tego

$L_{\text{całk}}$  - suma długości boków



## PAMIĘTAJ!

- Błąd zamknięcia informuje o jakości pomiarów - nigdy nie ignoruj go!
- Mały błąd to dobry pomiar, ale zawsze należy go rozdzielić (jeśli to możliwe).
- Zasada: Mierz dokładnie - kontroluj - koryguj - dokumentuj.





# 40 TOLERANCJE TOPOGRAFICZNE

## CO TO JEST?

Tolerancja topograficzna to dopuszczalna wartość odchyłki między wynikiem pomiaru a wartością rzeczywistą. Określa, jak dużym błędem pomiaru możemy się posłużyć, aby wynik był uznany za poprawny.



## DLACZEGO SĄ WAŻNE?

- Pozwalają ocenić jakość pomiaru.
- Zapewniają bezpieczeństwo konstrukcji i inwestycji.
- Umożliwiają porównywanie wyników.
- Określają, czy wynik jest wystarczająco dokładny do celu pracy.

## OD CZEGO ZALEŻĄ?

- Od rodzaju wykonywanych prac (ogólne, drogowe, budowlane, itp.)
- Od wymaganej dokładności i skali mapy.
- Od długości mierzonych odcinków.
- Od użytego sprzętu i metody pomiaru.

## PRZYKŁADY TOLERANCJI

Długość odcinka:



Różnica wysokości:



Odchyłka punktu w planie:



## TOLERANCJE W ZALEŻNOŚCI OD RODZAJU PRACY

| RODZAJ PRACY          | PRZYKŁADOWE ZASTOSOWANIA                                            | TOLERANCJA POZIOMA<br>(na odcinku 100 m) | TOLERANCJA WYSOKOŚCIOWA<br>(na 100 m niwelacji) | ODCHYLEKA PUNKTU<br>W PLANIE (r) |
|-----------------------|---------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------|----------------------------------|
| Prace ogólne          | Mapy poglądowe, inwentaryzacje wstępne, planowanie ogólne           | $\pm 20$ cm                              | $\pm 3$ cm                                      | $r \leq 20$ cm                   |
| Prace drogowe         | Projekty dróg, obiekty drogowe, trasy i skrzyżowania                | $\pm 10$ cm                              | $\pm 2$ cm                                      | $r \leq 10$ cm                   |
| Prace budowlane       | Posadowienia, hale, budynki, układy konstrukcyjne                   | $\pm 5$ cm                               | $\pm 1$ cm                                      | $r \leq 5$ cm                    |
| Dokładniejsze pomiary | Monitoring, deformacje, infrastruktura specjalna, precyzyjne osnowy | $\pm 2$ cm                               | $\pm 5$ mm                                      | $r \leq 2$ cm                    |

## JAK INTERPRETOWAĆ WYNIK?

1. Oblicz odchyłkę (różnicę między wynikiem a wartością projektową lub odniesienia).
2. Porównaj z dopuszczalną tolerancją.
3. Jeśli  $\text{odchyłka} \leq \text{tolerancja} \rightarrow$  wynik jest poprawny.
4. Jeśli  $\text{odchyłka} > \text{tolerancja} \rightarrow$  wynik jest niepoprawny, należy powtórzyć pomiar lub skorygować ustawienie.

✓  $|\text{odchyłka}| \leq \text{tolerancja} \rightarrow \text{OK}$       ✗  $|\text{odchyłka}| > \text{tolerancja} \rightarrow \text{BŁĄD}$

## ZASTOSOWANIA

- Kontrola wytyczeń budowlanych
- Sprawdzanie zgodności wykonania z projektem
- Kontrola nawierzchni dróg i torów
- Inwentaryzacje powykonawcze
- Monitoring przemieszczeń i deformacji

## PRAKTYCZNE WSKAZÓWKI

- ✓ Dopasuj dokładność pomiaru do celu pracy.
- ✓ Stosuj odpowiedni sprzęt do wymaganej dokładności.
- ✓ Sprawdzaj i kalibruj sprzęt.
- ✓ Mierz w dobrych warunkach atmosferycznych.
- ✓ Powtarzaj pomiary kontrolne.
- ✓ Zapisuj tolerancje w dokumentacji pomiarowej.



## PAMIĘTAJ

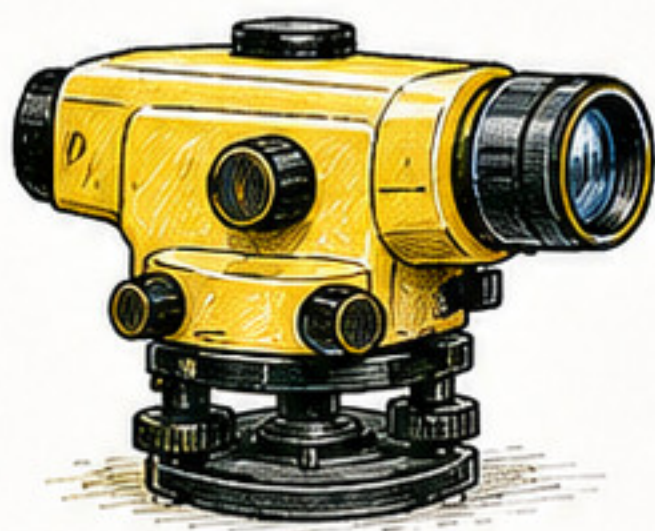
Tolerancje to nie jedynie liczby – to narzędzie, które pomaga podejmować właściwe decyzje i gwarantuje bezpieczeństwo oraz jakość inwestycji.



# MODUŁ 3

## INSTRUMENTY TOPOGRAFICZNE

W tym module poznasz instrumenty wykorzystywane w pomiarach terenowych, ich budowę, zasadę działania oraz zastosowanie w praktyce geodezyjnej.



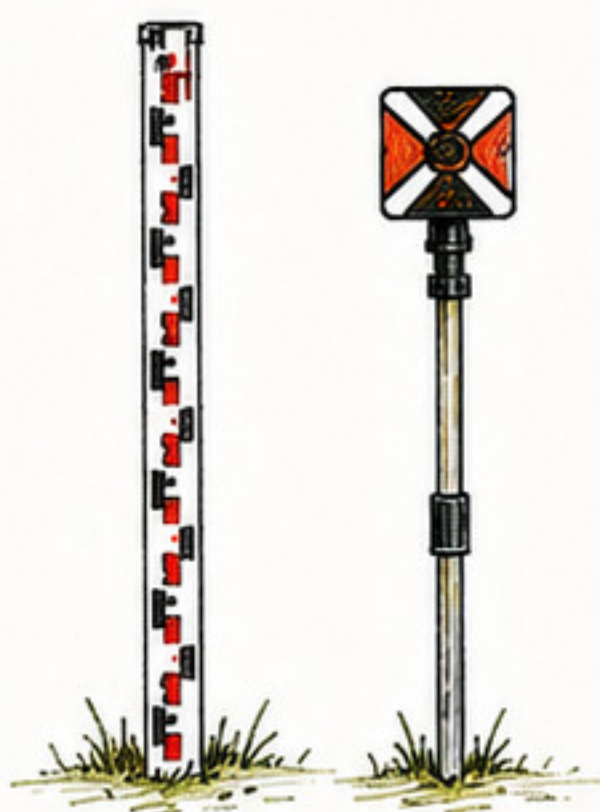
niwelator automatyczny



teodolit / tachimetr



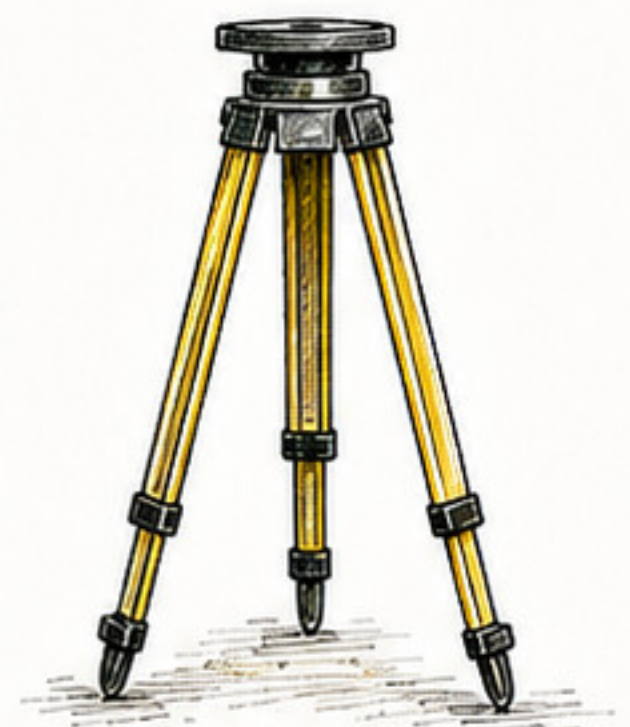
GPS / GNSS



łata i tyczka pomiarowa

### W TYM MODULE:

- Instrumenty topograficzne
- Niwelator automatyczny
- Części niwelatora automatycznego
- Teodolit
- Tachimetr



statyw

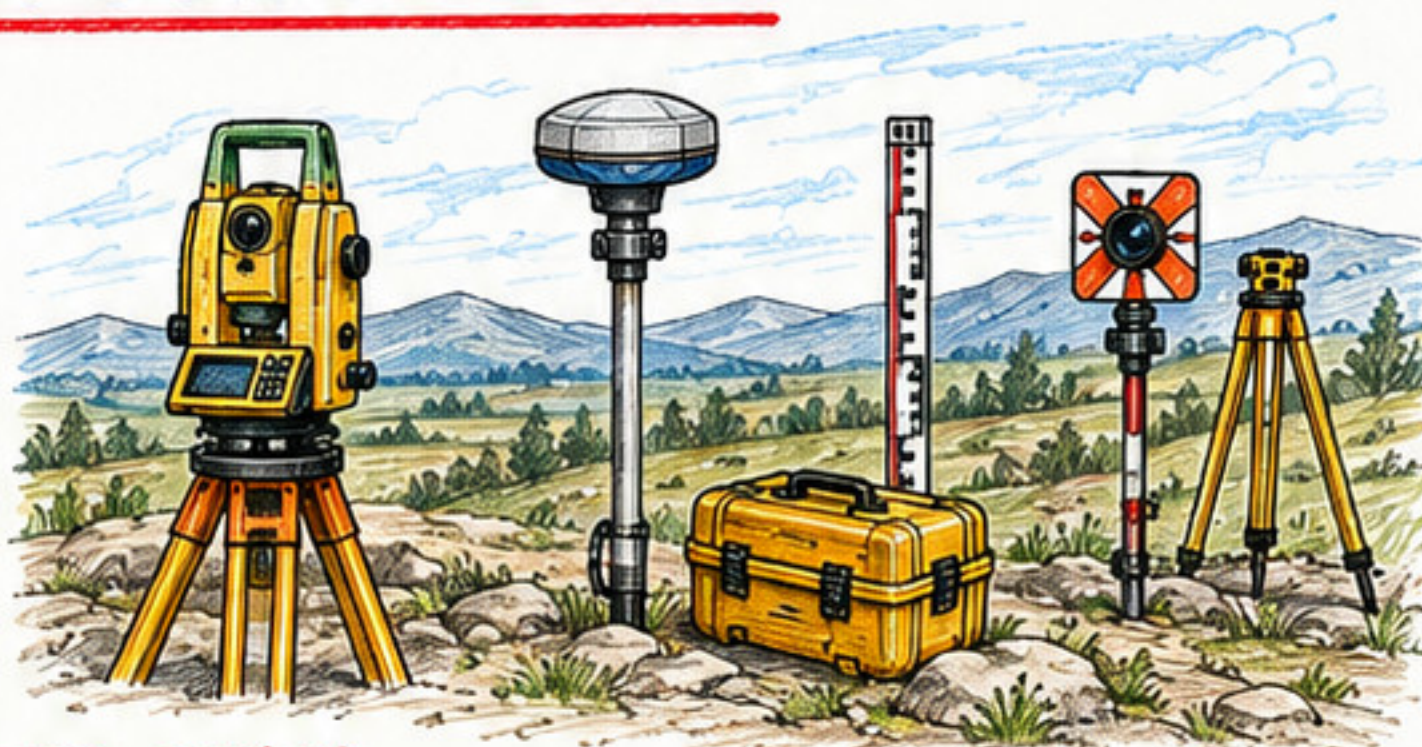




# 41 INSTRUMENTY TOPOGRAFICZNE

## CO TO SĄ INSTRUMENTY TOPOGRAFICZNE?

To specjalistyczny sprzęt używany do pomiarów geodezyjnych w terenie. Umożliwia dokładne określanie położenia punktów, odległości, kątów i wysokości oraz odwzorowanie ich na mapach i w projektach inżynierskich.



## GŁÓWNE GRUPY SPRZĘTU

- Instrumenty kątowe i kombinowane (pomiar kątów i odległości)
- Instrumenty wysokościowe (niwelacyjne)
- Systemy satelitarne (GNSS)
- Sprzęt pomocniczy (łaty, tyczki, lustra, statywy)

## DO CZEGO SŁUŻĄ?

### TEODOLIT



Służy do pomiaru kątów poziomych i pionowych.

Współrzędne punktów wyznacza na podstawie kątów i odległości.

### TACHIMETR (STACJA TOTALNA)



Łączy teodolit z dalmierzem elektronicznym i rejestratorem danych.

Umożliwia szybkie pomiary i zapis wyników w terenie.

### NIWELATOR



Służy do wyznaczania różnic wysokości między punktami oraz do sporządzania niwelacji terenu.

### GPS / GNSS



Umożliwia określanie współrzędnych punktów w czasie rzeczywistym lub po opracowaniu pomiarów. Działa w każdym dostępnym terenie.

### ŁATA NIWELACYJNA



Służy jako cel dla niwelatora do odczytu wysokości w terenie.

### TYCZKA POMIAROWA



Stosowana do pomiarów GNSS, ustawiania pryzmatu lub jako punkt odniesienia w pomiarach.

### LUSTRO / PRYZMAT



Umożliwia pomiar odległości przez odbicie wiązki laserowej. Zwiększa zasięg i dokładność pomiaru.

### STATYW



Zapewnia stabilne ustawienie instrumentu na odpowiedniej wysokości.

## ZASTOSOWANIA

- Mapowanie i tworzenie map
- Wyznaczanie granic działek
- Realizacja inwestycji budowlanych
- Kontrola przemieszczeń i deformacji
- Inwentaryzacje powykonawcze
- Monitoring i geodezja inżynierska



## WARTO WIEDZIEĆ

Nowoczesne instrumenty są elektroniczne i często współpracują z komputerami oraz oprogramowaniem terenowym. Pozwala to na szybkie obliczenia, archiwizację danych i tworzenie map bezpośrednio z pomiaru.



## PAMIĘTAJ

- ✓ Dbaj o dokładne ustawienie instrumentu.
- ✓ Sprawdzaj kalibrację i stan sprzętu.

- ✓ Zabezpieczaj sprzęt przed upadkiem i wilgocią.

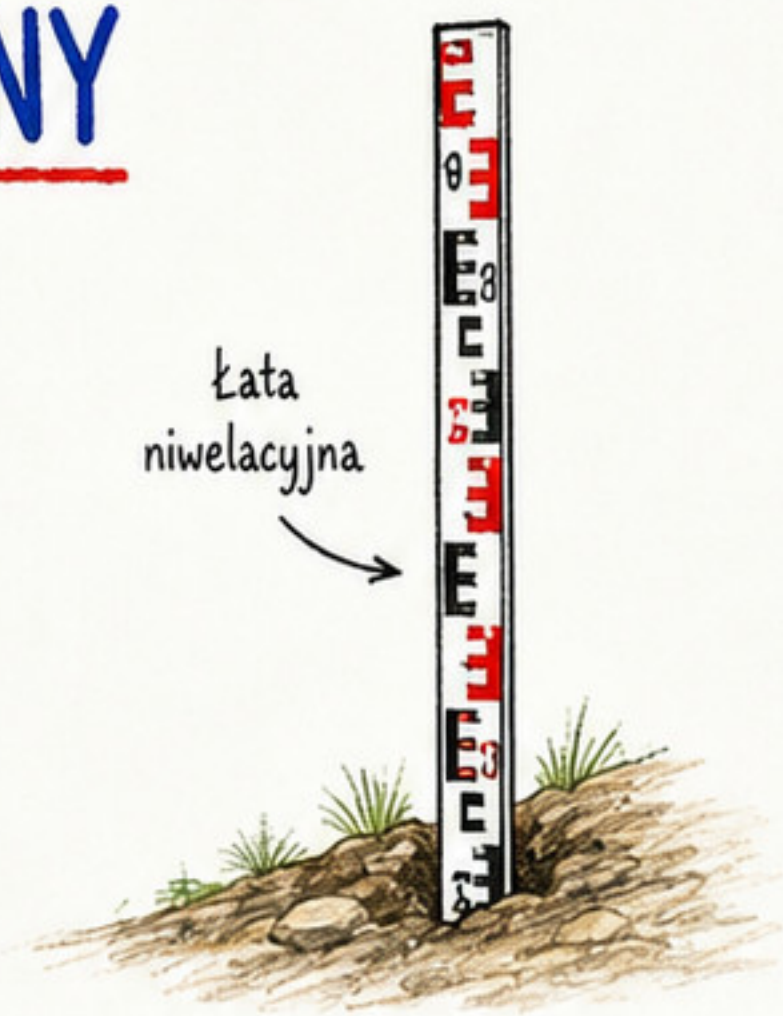
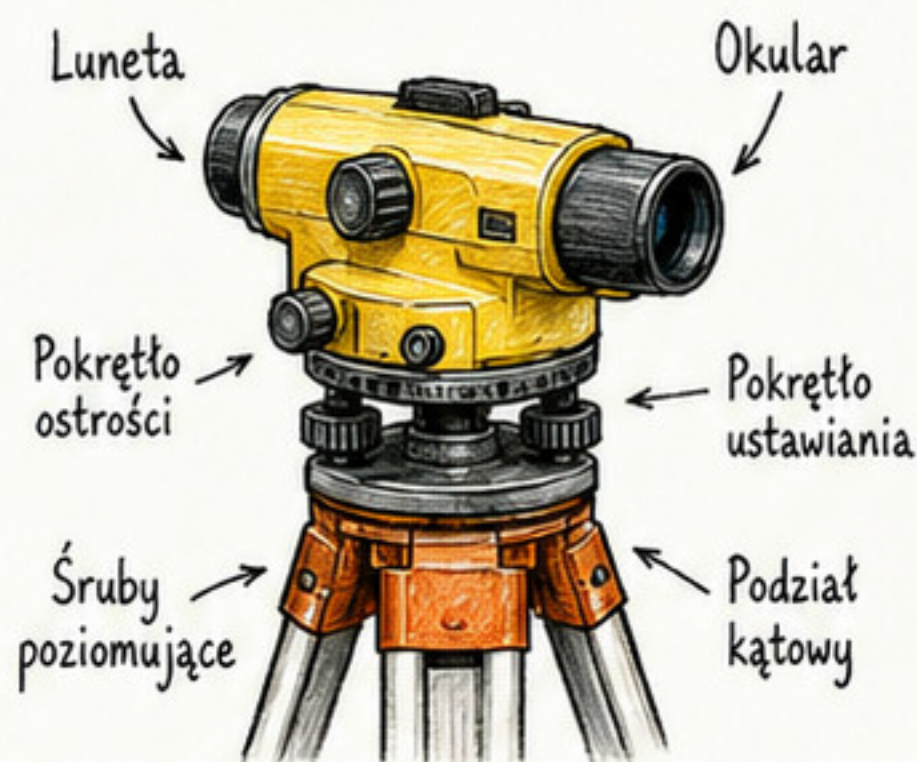
- ✓ Notuj i zapisuj wyniki na bieżąco.
- ✓ Pracuj zgodnie z zasadami BHP.



# 42 NIWELATOR AUTOMATYCZNY

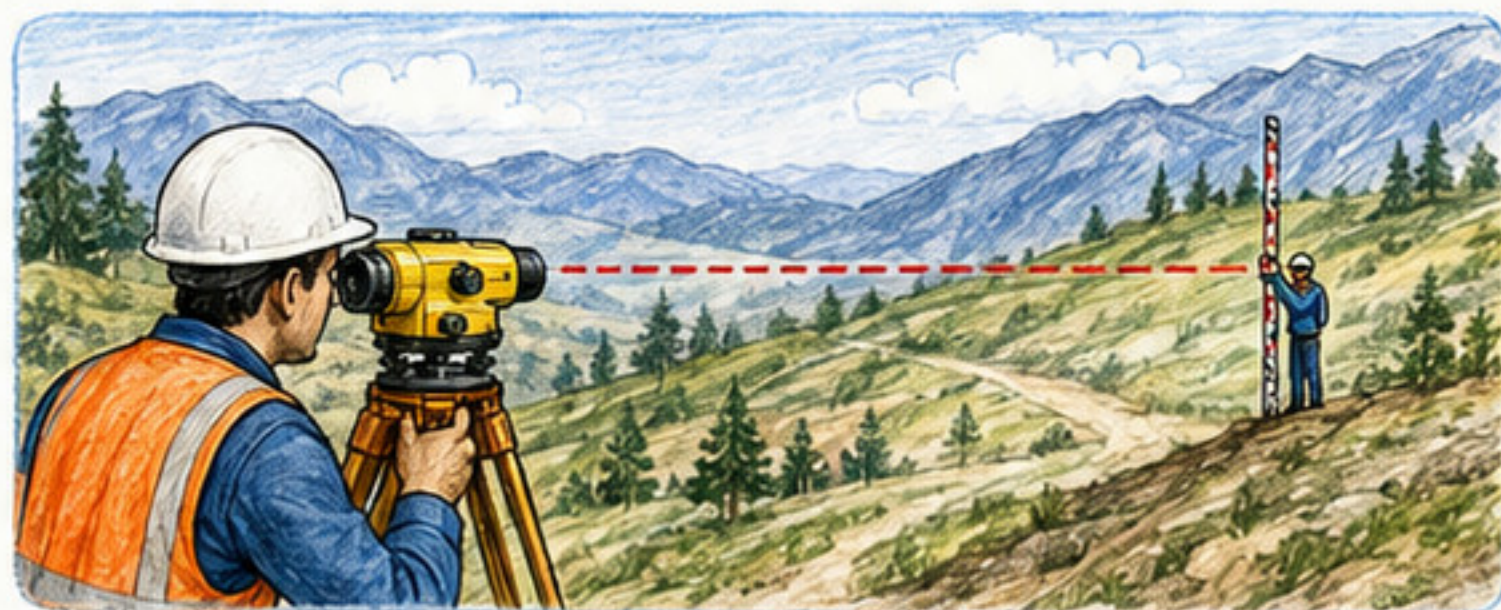
## CO TO JEST?

Niwelator automatyczny to precyzyjny instrument geodezyjny służący do wyznaczania różnic wysokości między punktami na podstawie odczytów na łacie niwelacyjnej.



## DO CZEGO SŁUŻY?

- Wyznaczanie różnic wysokości między punktami.
- Określanie wysokości bezwzględnych punktów.
- Kontrola równości i spadków terenu.
- Prace inżynierskie, budowlane, drogowe oraz wodno-kanalizacyjne.



## JAK DZIAŁA?

Niwelator posiada kompensator, który automatycznie ustawia linię celową w poziomie, nawet jeśli instrument nie jest idealnie wypoziomowany. Odczyt na łacie pozwala określić wysokość punktu względem płaszczyzny odniesienia.

## SPRZĘT POTRZEBNY



Niwelator automatyczny



Statyw



Łata niwelacyjna



Punkt (stałka)



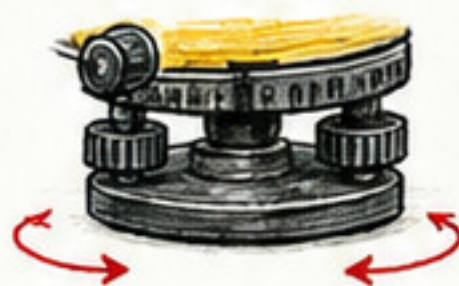
Zeszyt i długopis

## OBSŁUGA KROK PO KROKU

1. Rozstaw statyw i zamocuj instrument.



2. Wypoziomuj instrument za pomocą śrub poziomujących.



3. Celuj na łatę i odczytaj wartość (tył).



4. Przenieś łatę na punkt docelowy i ponownie odczytaj (przód).



5. Oblicz różnicę wysokości:

$$\Delta h = \text{tył} - \text{przód}$$

## ZASTOSOWANIA

- ✓ Wyznaczanie niwelety dróg.
- ✓ Kontrola wysokości fundamentów.
- ✓ Spadki i odwodnienia.
- ✓ Pomiary w budownictwie.
- ✓ Monitoring osiadań.



## PAMIĘTAJ



Przed pomiarem upewnij się, że instrument jest stabilny.



Nie zmieniaj położenia statywu między odczytami.



Zawsze odczytuj łatę pionowo.



Chroń instrument przed wstrząsami i częstym słońcem.



## WAŻNE

- ✓ Pracuj spokojnie i dokładnie.
- ✓ Kontroluj odczyty.
- ✓ Zapisuj wszystko w zeszycie.
- ✓ Regularnie sprawdzaj stan instrumentu i łaty.



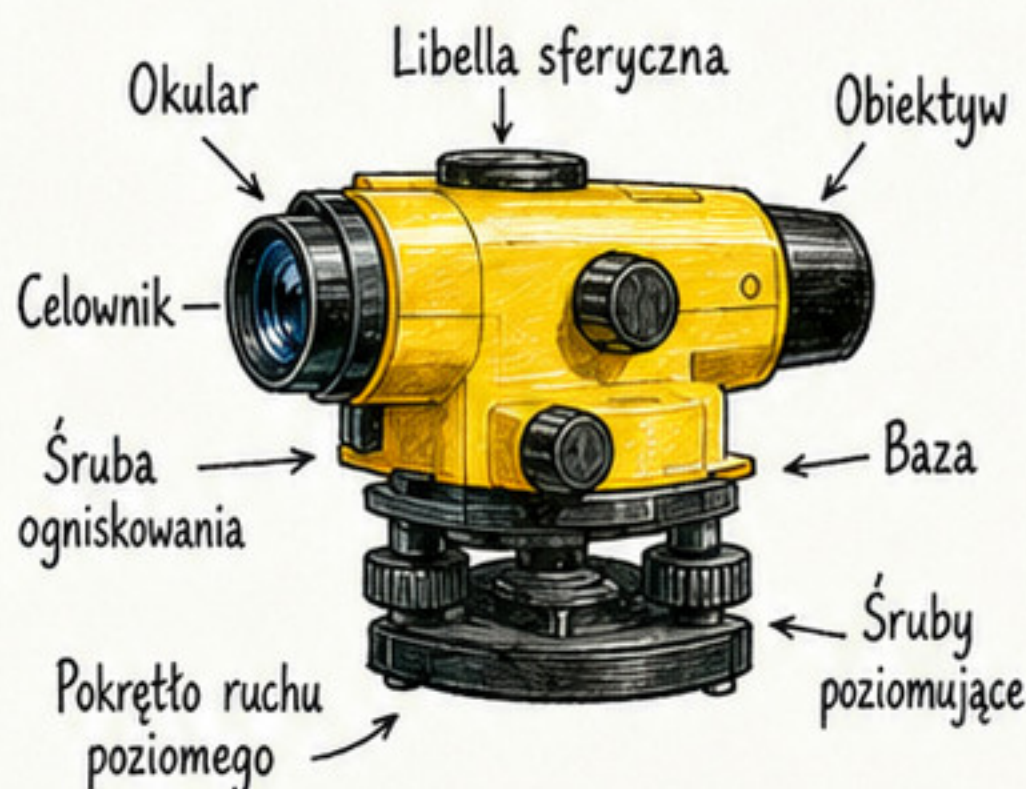


# 43 CZĘŚCI NIWELATORA AUTOMATYCZNEGO

## CO TO JEST?

Niwelator automatyczny to instrument geodezyjny, który służy do wyznaczania poziomej linii celowej oraz do pomiaru różnic wysokości.

Używa się go razem z łątą niwelacyjną. Po ustawieniu na statywie umożliwia szybkie i dokładne odczyty w terenie.



## CZĘŚCI GŁÓWNE

1. Okular  
Służy do obserwacji obrazu i odczytu na łącie.
2. Obiektyw  
Zbiera światło i tworzy obraz na linii celowej.
3. Celownik  
Ułatwia wstępne nastawienie na łątę.
4. Libella sferyczna  
Pomaga w ustawieniu instrumentu w przybliżeniu.
5. Baza (podstawa instrumentu)  
Łączy instrument ze statywem i zapewnia stabilność.

## CZĘŚCI POMOCNICZE I ICH FUNKCJA

1. Śruba ogniskowania  
Służy do wyostrzania obrazu łąty.
2. Śruby poziomujące  
Pozwalają ustawić instrument dokładnie w poziomie.
3. Pokrętło ruchu poziomego  
Umożliwia płynne obracanie instrumentu w poziomie.
4. Libella sferyczna  
Umożliwia wstępne wypoziomowanie przed użyciem śrub poziomujących.

## ZASTOSOWANIE

- Niwelacja terenu
- Roboty drogowe i kolejowe
- Budownictwo i inżynieria
- Pomiar na mapie

## ZNACZENIE LINII CELOWEJ



## UWAGA

Gdy linia celowa nie jest pozioma, odczyty na łącie mogą zawierać błędy.

## OBSŁUGA KROK PO KROKU

- ☐ Ustaw stabilnie statyw
- ☐ Zamocuj instrument na statywie
- ☐ Wypoziomuj w przybliżeniu (libella sferyczna)
- ☐ Ustaw ostrość obrazu na łącie
- ☐ Wypoziomuj dokładnie (śruby poziomujące)
- ☐ Sprawdź linię celową
- ☐ Odczytaj wartość na łącie

## PRECYZJA I TRANSPORT

- Zawsze ustawiaj sprzęt na stabilnym podłożu
- Patrz w łątę bez poruszania instrumentem
- Unikaj wstrząsów, deszczu i pyłu
- Przechowuj go w futerale i etui



## KONSERWACJA

- ✓ Transportuj sprzęt w futerale
- ✓ Czyść optykę miękką szmatką
- ✓ Chron przed kurzem i wilgocią
- ✓ Nie dotykaj soczewek palcami
- ✓ Po pracy włóż do futerału



## WAŻNE!

W terenie nie ruszaj statywu po wykonaniu pomiaru. Każda zmiana ustawienia powoduje błąd odczytu.



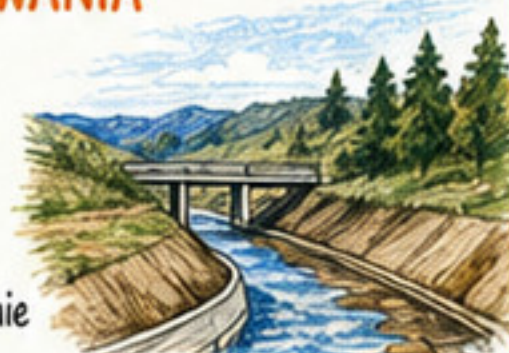
## PRAKTYKA

W zeszycie narysuj niwelator, podpisz jego części i opisz do czego służą.



## ZASTOSOWANIA

- ✓ Budownictwo
- ✓ Niwelacja terenu
- ✓ Kolejnictwo
- ✓ Prace drogowe
- ✓ Kanały i odwodnienie



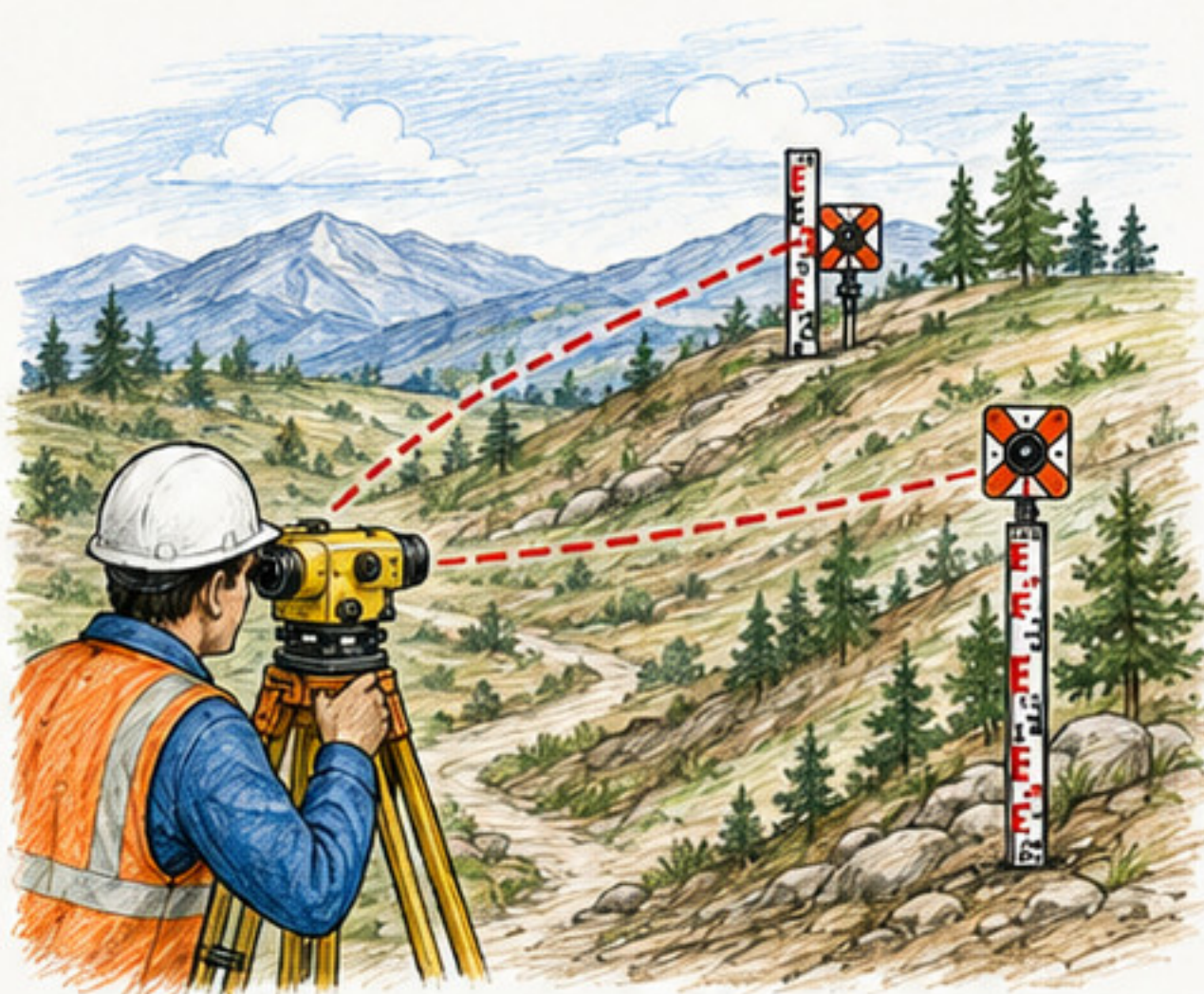
★ **PAMIĘTAJ:** Znajomość części niwelatora pomaga poprawnie posługiwać się instrumentem i wykonywać dokładne pomiary.



# 50 TEODOLIT

## CO TO JEST?

Teodolit to precyzyjny instrument geodezyjny służący do pomiaru kątów poziomych i pionowych w pracach terenowych.



## DO CZEGO SŁUŻY?

- Pomiar kątów poziomych.
- Pomiar kątów pionowych.
- Wyznaczanie kierunków.
- Pomiary sytuacyjne i budowlane.

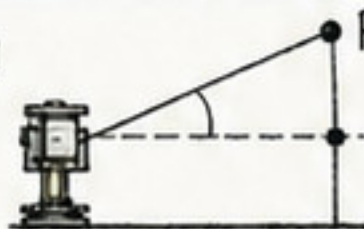
## CO MIERZY?

Kąt poziomy  
(Hz)



Mierzony w płaszczyźnie poziomej między kierunkami na dwa cele.

Kąt pionowy  
(V)



Mierzony w płaszczyźnie pionowej między linią celową a horyzontem.

Kierunek /  
azymut



Określa kierunek linii celowej względem północy ( $0^{\circ}$ – $360^{\circ}$ ).

## PODSTAWOWY SPRZĘT



teodolit



statyw



tyczka



pion



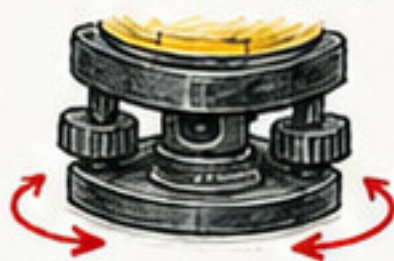
notes

## JAK PRACOWAĆ?

1. Ustaw statyw w stabilnym miejscu i zamocuj teodolit.



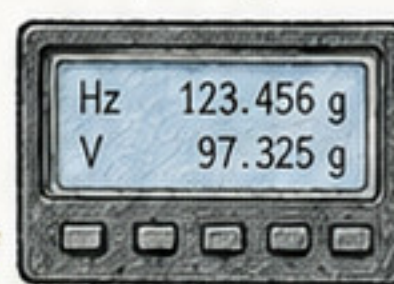
2. Wypoziomuj instrument za pomocą śrub poziomujących.



3. Wyceluj na cel (pryzmat lub tyczkę) i dokładnie zogniskuj.



4. Odczytaj kąt poziomy lub pionowy.



5. Zapisz wynik w notesie (z podaniem stanowiska i celu).



## ZALETY

- ✓ Dobra precyzja kątowa.
- ✓ Przydatny w geodezji i budownictwie.
- ✓ Prosty w obsłudze przy podstawowych pomiarach.



## OGRANICZENIA

- Wymaga dobrej widoczności celu.
- Nie mierzy odległości samodzielnie.
- Wymaga starannego ustawienia i poziomowania.



## ZASTOSOWANIA

- Geodezja (pomiary sytuacyjne).
- Budownictwo (pomiary i kontrola).
- Wytyczanie obiektów i osi.
- Kontrola prac w terenie.



## PAMIĘTAJ:

Dokładne centrowanie i poziomowanie instrumentu to podstawa wiarygodnych wyników pomiarów kątowych.



## CO TO JEST?

Teodolit to precyzyjny instrument geodezyjny służący do pomiaru kątów poziomych i pionowych w pracach terenowych.

Składa się z wielu elementów współpracujących ze sobą, aby zapewnić dokładne odczyty.



## ZNACZENIE POZIOMOWANIA

Prawidłowe wypoziomowanie instrumentu gwarantuje, że osie pozioma i pionowa są rzeczywiście poziome i pionowe. Błędy poziomowania powodują błędne odczyty kątów i niepewne wyniki.

ŹLE



DOBRZE



## CZĘŚCI GŁÓWNE

1. Luneta - służy do celowania i odczytu celu.
2. Limbus poziomy - skala kątów poziomych.
3. Limbus pionowy - skala kątów pionowych.
4. Alidada - część ruchoma niosąca limbus pionowy.
5. Spodarka / baza - łączy instrument ze statywem, zawiera mechanizm poziomowania.
6. Pion optyczny (pion) - umożliwia centrowanie instrumentu nad punktem.
7. Celownik - ułatwia wstępne nakierowanie na cel.

## CZĘŚCI POMOCNICZE I ICH FUNKCJA

1. Okular - służy do obserwacji i odczytu skali.
2. Obiektyw - zbiera światło i tworzy obraz.
3. Libella tubularna - umożliwia wstępne wypoziomowanie instrumentu.
4. Śruby poziomujące - służą do dokładnego ustawienia instrumentu w poziomie.
5. Śruba zaciskowa - blokuje ruch lunety lub alidady.
6. Śruba leniwa - umożliwia precyzyjne mikroruchy.
7. Wyświetlacz / klawiatura - w teodolitach elektronicznych ułatwia pracę i zapis pomiarów.

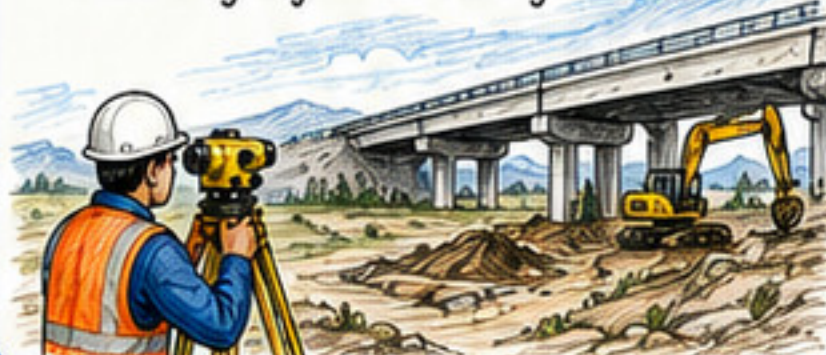
## KONSERWACJA I TRANSPORT

- Po zakończeniu pracy oczyścić instrument z kurzu i wilgoci.
- Sprawdzić i dokręcić śruby mocujące.
- Transportuj w futerale ochronnym.
- Unikaj wstrząsów, upadków i nagłych zmian temperatury.
- Przechowuj w suchym i przewiewnym miejscu.



## ZASTOSOWANIA

- Wyznaczanie kątów w sieciach geodezyjnych.
- Tyczenie obiektów budowlanych.
- Kontrola pionowości i poziomów.
- Pomiary sytuacyjno-wysokościowe.
- Inwentaryzacje i monitoring.



## WAŻNE



Przed pomiarem upewnij się, że instrument jest stabilny.



Nie poruszaj instrumentem podczas odczytu.



Zawsze celuj dokładnie w środek pryzmatu lub celu.



Notuj wyniki od razu - unikniesz pomyłek.



## PAMIĘTAJ

Im lepiej znasz części teodolitu i ich funkcje, tym mniejsze ryzyko błędów i tym dokładniejsze będą Twoje pomiary.



# 52 TACHIMETR

## CO TO JEST?

Tachimetr (stacja totalna) to zintegrowany instrument łączący teodolit, dalmierz elektroniczny (EDM) oraz rejestrator danych. Umożliwia jednoczesny pomiar kątów, odległości oraz współrzędnych punktów w terenie.

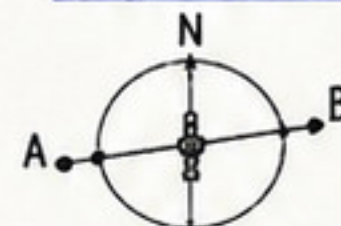


## DO CZEGO SŁUŻY?

- Pomiar kątów poziomych i pionowych.
- Pomiar odległości (skośnych, poziomych, pionowych).
- Wyznaczanie współrzędnych punktów (X, Y, Z).
- Tyczenie punktów w terenie.

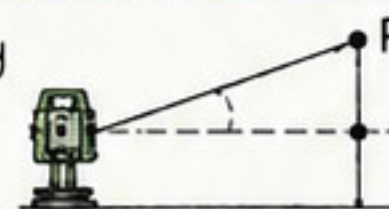
## CO MIERZY?

Kąt poziomy (Hz)



Mierzony w płaszczyźnie poziomej między kierunkami na dwa cele.

Kąt pionowy (V)



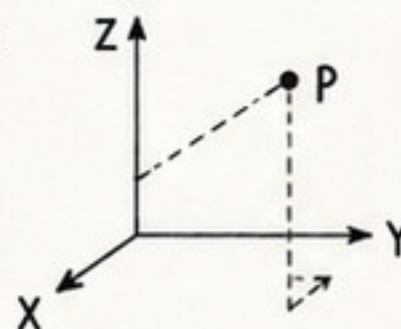
Mierzony w płaszczyźnie pionowej między linią celową a horyzontem.

Odległość (D)



Odległość skośna mierzona dalmierzem EDM.

Współrzędne (X, Y, Z)



Wyznaczane na podstawie pomiarów kątów i odległości oraz wysokości instrumentu i lustra.

## PODSTAWOWY SPRZĘT



tachimetr



statyw



lustro /  
pryzmat



tyczka



notes

## JAK PRACOWAĆ?

1. Ustaw statyw w stabilnym miejscu i zamocuj tachimetr.



2. Wypoziomuj i wycentrumuj instrument.



3. Zorientuj instrument na punkt znany (orientacja).



4. Wykonaj pomiary punktów (Hz, V, D) i zapisz dane.

| Hz      | V   | D     | Pkt |
|---------|-----|-------|-----|
| 123,456 | 1   | 23,45 | 101 |
| 200,123 | 0   | 18,73 | 102 |
| 278,912 | 2   | 34,12 | 103 |
| ...     | ... | ...   | ... |

5. Przetwarzaj dane i twórz mapy lub raporty.



## ZALETY

- ✓ Kompleksowe pomiary w jednym urządzeniu.
- ✓ Wysoka dokładność i wydajność.
- ✓ Automatyczny zapis i obróbka danych.
- ✓ Redukcja błędów ludzkich.



## OGRANICZENIA

- Wymaga dobrej widoczności celu.
- Błędy przy złej orientacji lub centrowaniu.
- Wrażliwy na warunki atmosferyczne.
- Wyższy koszt zakupu i serwisu.



## ZASTOSOWANIA

- Geodezja (pomiar sytuacyjny i wysokościowy).
- Budownictwo (osiowanie, inwentaryzacja).
- Drogi (niwelacja, tyczenie osi).
- Inwentaryzacja obiektów i terenu.



## PAMIĘTAJ:

- ✓ Dokładnie centrować i poziomować instrument.
- ✓ Sprawdzać orientację i wysokość instrumentu.

- ✓ Cel wyraźnie widoczny i ustawiony poprawnie.
- ✓ Zapisywać dane na bieżąco i kontrolować pomiary.



## CO TO JEST?

Tachimetr (stacja totalna) to zaawansowany instrument geodezyjny, który łączy funkcje teodolitu elektronicznego i dalmierza EDM. Umożliwia pomiar kątów, odległości oraz współrzędnych punktów w terenie.



## CZĘŚCI GŁÓWNE

1. Luneta – służy do celowania na punkt.
2. Okular – przez który operator obserwuje obraz.
3. Obiektyw – zbiera światło i tworzy obraz.
4. Celownik – ułatwia wstępne nastawienie na cel.
5. Dalmierz EDM – mierzy odległość do punktu.
6. Kompensator – automatycznie poziomuje instrument.
7. Baza (tarcza pozioma) – umożliwia obrót instrumentu w poziomie.
8. Pion optyczny / laserowy – wyznacza położenie instrumentu nad punktem.
9. Śruby poziomujące – służą do dokładnego wypoziomowania.
10. Uchwyty – do przenoszenia instrumentu.

## CZĘŚCI ELEKTRONICZNE

- Ekran – wyświetla pomiary, menu i komunikaty.
- Klawiatura – umożliwia wprowadzanie danych i obsługę funkcji.
- Pamięć wewnętrzna – przechowuje dane pomiarowe i projekty.
- Bateria – zasila instrument. Wskaźnik poziomu baterii jest widoczny na ekranie.



## ZNACZENIE CENTROWANIA I POZIOMOWANIA

Prawidłowe centrowanie i wypoziomowanie instrumentu jest kluczowe dla dokładności pomiarów.

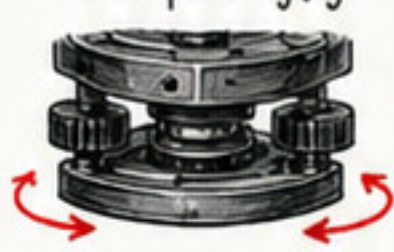


## OBSŁUGA KROK PO KROKU

1. Ustaw statyw i zamocuj tachimetr.



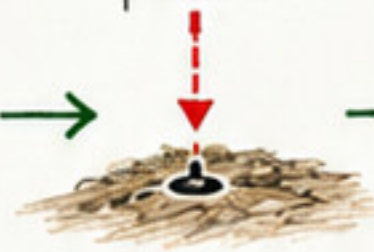
2. Wypoziomuj instrument za pomocą śrub poziomujących.



3. Włącz instrument i sprawdź stan baterii.



4. Wykonaj centrowanie nad punktem.



5. Wypoziomuj dokładnie za pomocą libelli elektronicznej.



6. Ustaw instrument na cel i rozpocznij pomiary.



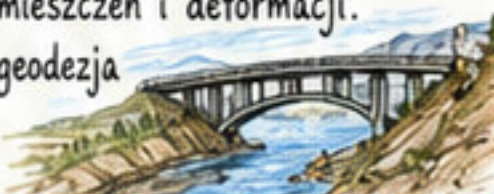
## KONSERWACJA

- ✓ Po pracy oczyść instrument z kurzu i wilgoci.
- ✓ Przechowuj w futerale.
- ✓ Unikaj upadków i wstrząsów.
- ✓ Nie dotykaj obiektywu palcami.
- ✓ Regularnie sprawdzaj i ładuj baterię.



## ZASTOSOWANIA

- Pomiary sytuacyjne i wysokościowe.
- Wyznaczanie współrzędnych punktów.
- Realizacja inwestycji budowlanych.
- Kontrola przemieszczeń i deformacji.
- Monitoring i geodezja inżynierska.



## WAŻNE!



- ✓ Zawsze zabezpieczaj instrument po zakończeniu pracy.
- ✓ Pracuj w stabilnych warunkach atmosferycznych.
- ✓ Regularnie wykonuj kontrolę kolimacji i kompensatora.
- ✓ Stosuj się do zaleceń producenta.



## PAMIĘTAJ

Dobra znajomość części tachimetru pozwala pracować szybciej, bezpieczniej i z mniejszą liczbą błędów.



# 54 GPS TOPOGRAFICZNY

## CO TO JEST?

GPS topograficzny to system satelitarny przeznaczony do określania współrzędnych punktów w terenie z wykorzystaniem sygnałów GNSS (GPS, GLONASS, Galileo, BeiDou).

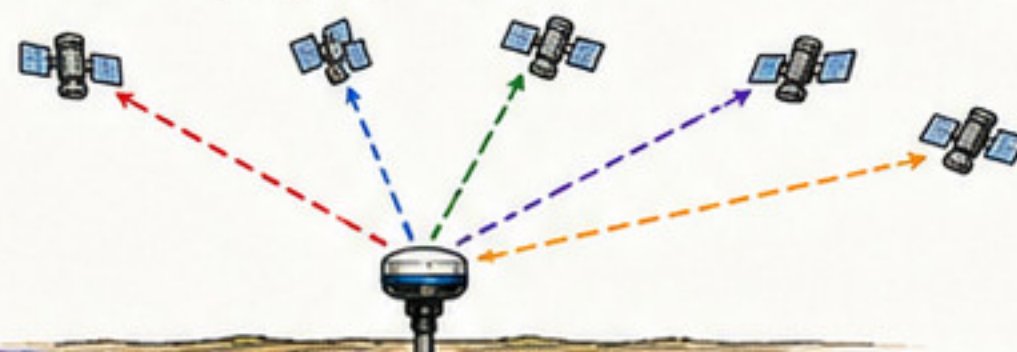


## DO CZEGO SŁUŻY?

- Pozycjonowanie punktów w układzie współrzędnych.
- Pomiary sytuacyjne (mapowanie terenu).
- Inwentaryzacja obiektów i infrastruktury.
- Tyczenie punktów i linii w terenie.

## JAK DZIAŁA?

1. Satelity GNSS wysyłają sygnały zawierające czas i pozycję.
2. Odbiornik GPS na tyczce odbiera sygnały z kilku satelitów.
3. Na podstawie czasu dotarcia sygnałów oblicza odległości do satelitów.
4. Z przecięcia sfer wyznacza swoją pozycję (współrzędne X, Y, Z).
5. Kontroler zapisuje wyniki pomiaru.



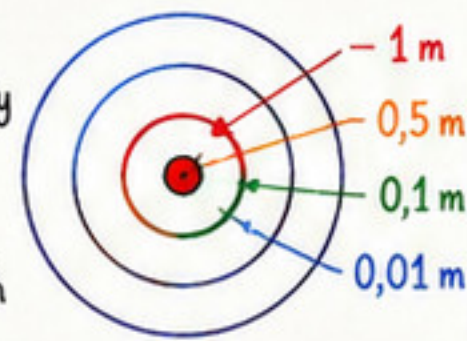
## PODSTAWOWY ZESTAW



## DOKŁADNOŚĆ

Dokładność pomiarów GPS topograficznego zależy od metody pomiaru, systemu korekt i warunków pracy.

- metrowa (kodowa) – do prac orientacyjnych
  - decymetrowa (RTK/PPK) – do pomiarów topograficznych
- Szczegóły określa dokumentacja i klasa odbiornika.



## ZALETY

- ✓ Szybkie pomiary dużej liczby punktów.
- ✓ Praca bez bezpośredniej widoczności mierzonych punktów.
- ✓ Wysoka dokładność przy metodach RTK/PPK.
- ✓ Łatwe przetwarzanie i integracja z GIS.



## OGRANICZENIA

- Potrzeba dobrego widoku nieba.
- Zakłócenia sygnału: drzewa, budynki, mosty, linie wysokiego napięcia.
- Zależność od baterii i sprzętu.
- Wymaga poprawek/korekt dla wysokiej dokładności.



## ZASTOSOWANIA

- Mapowanie i aktualizacja map.
- Inwentaryzacja sieci i obiektów.
- Tyczenie punktów, linii i powierzchni.
- Kontrola realizacji inwestycji.
- Rolnictwo precyzyjne i geodezja inżynierska.



## PAMIĘTAJ



Zapewnij dobry widok nieba – unikaj zastępień przez drzewa i budynki.



Sprawdzaj stan baterii i miej zapas energii na cały dzień pracy.



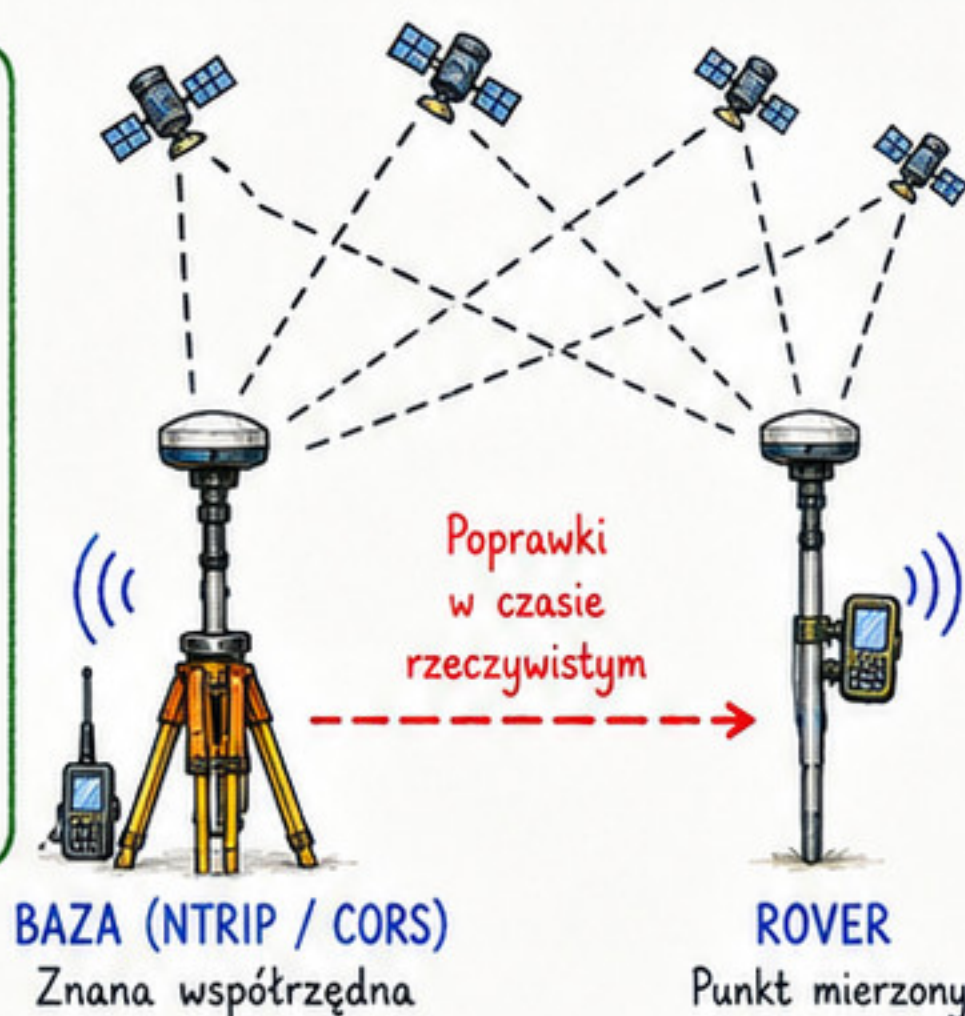
Ustaw poprawnie metodę pomiaru, układ współrzędnych i zapis wyników.



# 55 GPS RTK

## CO TO JEST?

GPS RTK (Real-Time Kinematic) to metoda pozycjonowania, w której poprawki w czasie rzeczywistym z bazy odniesienia pozwalają uzyskać dokładność centymetrową.



## JAK DZIAŁA?

### 1. SATELITY

Sygnały z wielu satelitów GNSS.



### 2. BAZA / SIEĆ CORS

Baza znająca swoje współrzędne oblicza poprawki lub pobiera je z sieci CORS (NTRIP).



### 3. POPRAWKI

Poprawki przesyłane są w czasie rzeczywistym przez internet (NTRIP) lub radio.



### 4. ROVER

Rover odbiera poprawki i oblicza pozycję metodą RTK.



### 5. POZYCJA

Otrzymujemy dokładne współrzędne punktu w czasie rzeczywistym (dokładność cm).



## CO DAJE RTK?

Dzięki poprawkom w czasie rzeczywistym eliminowane są błędy satelitów i atmosfery. RTK zapewnia dokładność 1-3 cm (poziomo) i 2-5 cm (pionowo) w czasie rzeczywistym.



## PODSTAWOWY ZESTAW



rover  
(antena GNSS)



kontroler  
(rejestrator)



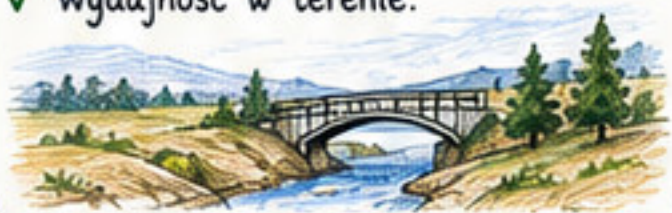
łączność  
internetowa  
/ radio



bateria  
(zasilanie)

## ZALETY

- ✓ Dokładność centymetrowa w czasie rzeczywistym.
- ✓ Szybkie pomiary – bez postprocessingu.
- ✓ Wysoka powtarzalność i wiarygodność.
- ✓ Wydajność w terenie.



## OGRANICZENIA

- Zasięg łączności (radio/internet).
- Przeszkody ograniczające sygnał satelitów i łączność.
- Zakłócenia (multipath, zakłócanie sygnału).
- Czas inicjalizacji (uzyskanie fixed solution).



## ZASTOSOWANIA

- Tyczenie punktów i linii.
- Inwentaryzacja powykonawcza.
- Pomiary sytuacyjno-wysokościowe.
- Pomiary w drogownictwie.
- Budownictwo i kontrola robót.
- Rolnictwo precyzyjne.



## PAMIĘTAJ

Ustaw poprawny układ współrzędnych i geoidę.



Pracuj w trybie fixed solution (rozwiązanie stałe).



Zapewnij dobrą widoczność satelitów i stabilną łączność.

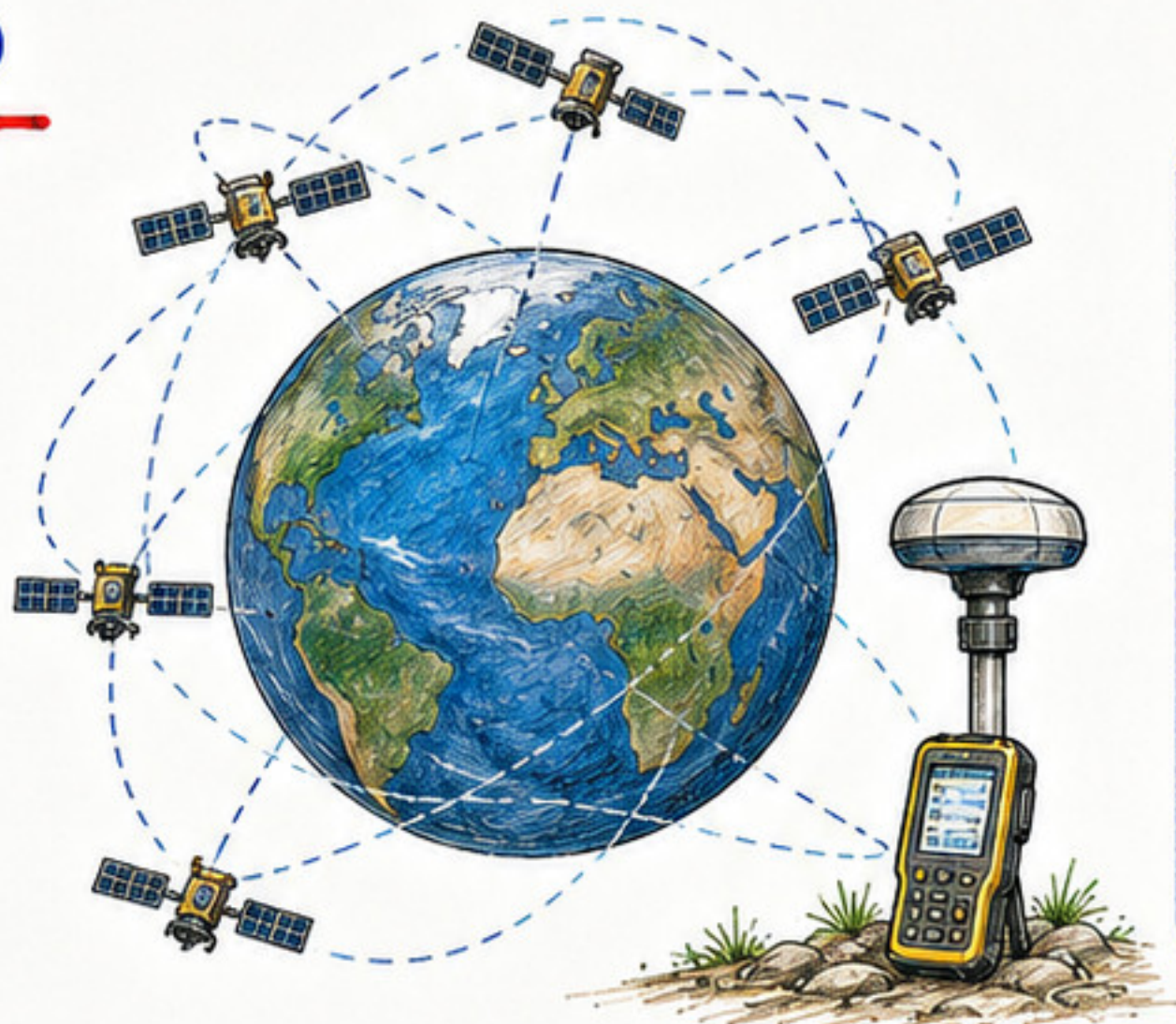




# 56 GNSS

## CO TO JEST?

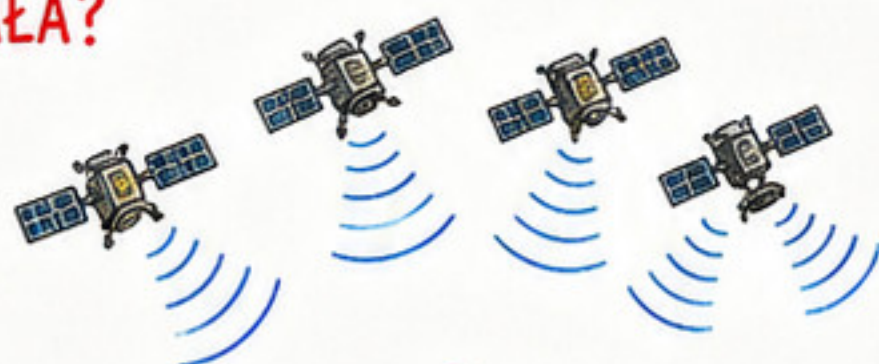
GNSS (Global Navigation Satellite System) to globalna rodzina systemów nawigacji satelitarnej, które umożliwiają określanie położenia, prędkości i czasu w dowolnym miejscu na Ziemi.



## GŁÓWNE SYSTEMY

- GPS (Stany Zjednoczone) 
- GLONASS (Rosja) 
- Galileo (Unia Europejska) 
- BeiDou (Chiny) 

## JAK DZIAŁA?



### 1. SATELITY

Satelity nadają sygnał zawierający czas i dane orbitalne.

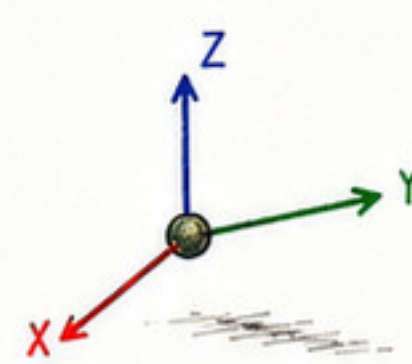
### 2. SYGNAŁ

Sygnały docierają do odbiornika na Ziemi.



### 3. ODBIORNIK

Odbiornik mierzy czas dojścia sygnałów z wielu satelitów.



### 4. OBLICZENIE POZYCJI

Na podstawie różnic czasu i znanej pozycji satelitów obliczana jest pozycja odbiornika.

## CO WPŁYWA NA DOKŁADNOŚĆ?

### 1. ATMOSFERA

Jonosfera i troposfera opóźniają sygnał.



### 2. PRZESŁONIĘCIE NIEBA

Budynki, drzewa, góry zmniejszają widoczność satelitów.



### 3. MULTIPATH

Odbicia sygnału od powierzchni (murów, wody, metalu) powodują błędy.



### 4. LICZBA SATELITÓW

Więcej widocznych satelitów zwykle zwiększa dokładność i niezawodność.



## ZALETY

- ✓ Globalny zasięg (prawie wszędzie).
- ✓ Dostępność 24/7, w każdych warunkach pogodowych.
- ✓ Szybkie uzyskanie pozycji.
- ✓ Praca w ruchu.
- ✓ Możliwość osiągania wysokiej dokładności (z korektami).



## OGRANICZENIA

- Zależność od widoczności satelitów.
- Zakłócenia i celowe zakłócanie sygnału (jamming, spoofing).
- Błędy atmosferyczne i multipath.
- Wymaga zasilania i sprawnego sprzętu.



## ZASTOSOWANIA

- Geodezja – pomiary, wyznaczanie punktów, monitoring deformacji.
- Nawigacja – samochody, statki, samoloty, turystyka.
- Budownictwo – maszyny budowlane, sterowanie i kontrola robót.
- Mapy i GIS – zbieranie danych, aktualizacja map.



## WARTO WIEDZIEĆ

GNSS pozwala wyznaczać współrzędne w układzie 3D (X, Y, Z) oraz dokładny czas. Synchronizacja czasu pomiędzy satelitami i odbiornikami jest kluczowa dla poprawności obliczeń.



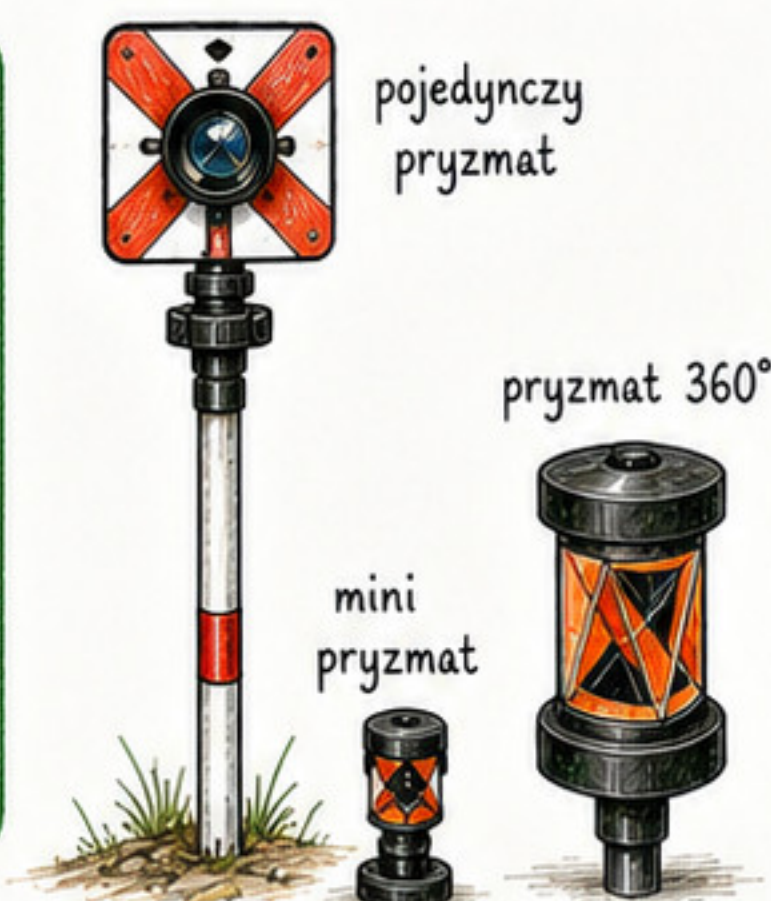
## ★ PAMIĘTAJ

Korzystanie z większej liczby konstelacji satelitarnych (np. GPS + Galileo + BeiDou) zazwyczaj zwiększa dostępność sygnału, niezawodność i dokładność pomiarów.



CO TO JEST?

Lustro (pryzmat) topograficzny to cel odblaskowy, który odbija wiązkę emitowaną przez tachimetr (EDM) z powrotem do instrumentu, umożliwiając pomiar odległości i współrzędnych punktu.

DO CZEGO SŁUŻY?

- Pomiary odległości bezpośrednio do punktu.
- Określanie współrzędnych punktów w terenie.
- Tyczenie (wyznaczanie) punktów projektowych.
- Pomiary w trudnych warunkach i na dużych odległościach.

RODZAJEPOJEDYNCZY PRYZMAT

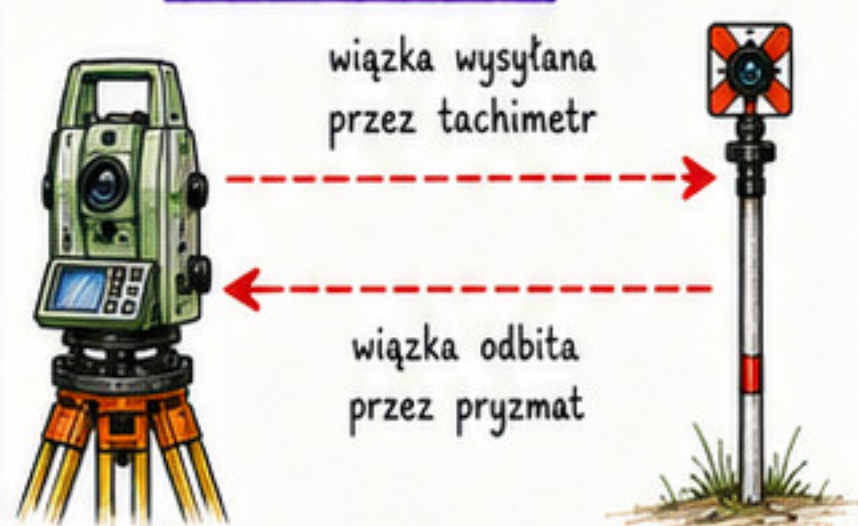
Standardowy pryzmat osadzony na tyczce. Wymaga dokładnego celowania.

MINI PRYZMAT

Kompaktowy pryzmat o małej średnicy. Używany tam, gdzie wymagana jest większa precyzja.

PRYZMAT 360°

Odbija wiązkę w pełnym zakresie dookoła. Nie wymaga kierowania na instrument (zgrubnie).

JAK DZIAŁA?USTAWIENIE PRYZMATU – KROK PO KROKU

1. Zamocuj pryzmat na tyczce.
2. Wypionuj tyczkę (libella lub pion optyczny).
3. Ustaw odpowiednią wysokość pryzmatu (np. 2,000 m).
4. Celuj tachimetrem w pryzmat i wykonaj pomiar.

WAŻNE

- Każdy pryzmat ma swoją stałą (konstantę pryzmatu).
- Upewnij się, że w tachimetrze ustawiona jest poprawna stała.
- Dokładne centrowanie pryzmatu na punkcie ma kluczowe znaczenie dla precyzji pomiaru.

ZALETY

- ✓ Duże zasięgi pomiarowe.
- ✓ Wysoka dokładność.
- ✓ Niezawodność w różnych warunkach terenowych.
- ✓ Możliwość pracy w jednoosobowych pomiarach z tyczką.

ZASTOSOWANIA

- Geodezyjne pomiary szczegółowe.
- Pomiary sytuacyjno-wysokościowe.
- Tyczenie obiektów budowlanych.
- Inwentaryzacje powykonawcze.
- Monitorowanie przemieszczeń konstrukcji i naturalnych.

PAMIĘTAJ:

Czysta optyka pryzmatu i właściwa stała pryzmatu to gwarancja dokładnych i wiarygodnych pomiarów.



# 58 TYCZKI GEODEZYJNE

## CO TO JEST?

Tyczka geodezyjna to lekki, teleskopowy pręt używany w pomiarach terenowych jako znacznik punktu, nośnik pryzmatu lub anteny GNSS oraz do sygnalizacji kierunku.

## DO CZEGO SŁUŻY?

- Wyznaczanie punktów w terenie.
- Mocowanie pryzmatu do pomiarów tachimetrycznych.
- Pomiary GNSS (z anteną ruchomą).
- Sygnalizacja kierunku i linii.

## JAK USTAWIĆ PIONOWO?

1. Wysuń tyczkę na wymaganą wysokość.
2. Ustaw tyczkę w punkcie.
3. Sprawdź libellę tyczki.
4. Delikatnie popraw ustawienie, aż pęcherzyk znajdzie się w środku okręgu.
5. Dokręć zaciski.



pęcherzyk w środku  
= tyczka pionowa

## ZALETY

- ✓ Lekka i łatwa w transporcie.
- ✓ Szybkie rozkładanie i regulacja wysokości.
- ✓ Wytrzymała i odporna na warunki terenowe.
- ✓ Uniwersalna – do tachimetru i GNSS.



## OGRANICZENIA

- Wrażliwa na silny wiatr.
- Ograniczona wysokość robocza.
- Może się przewrócić na niestabilnym podłożu.
- Nie zastępuje stabilnego statywu przy długich obserwacjach.



## TYCZKA Z PRYZMATEM



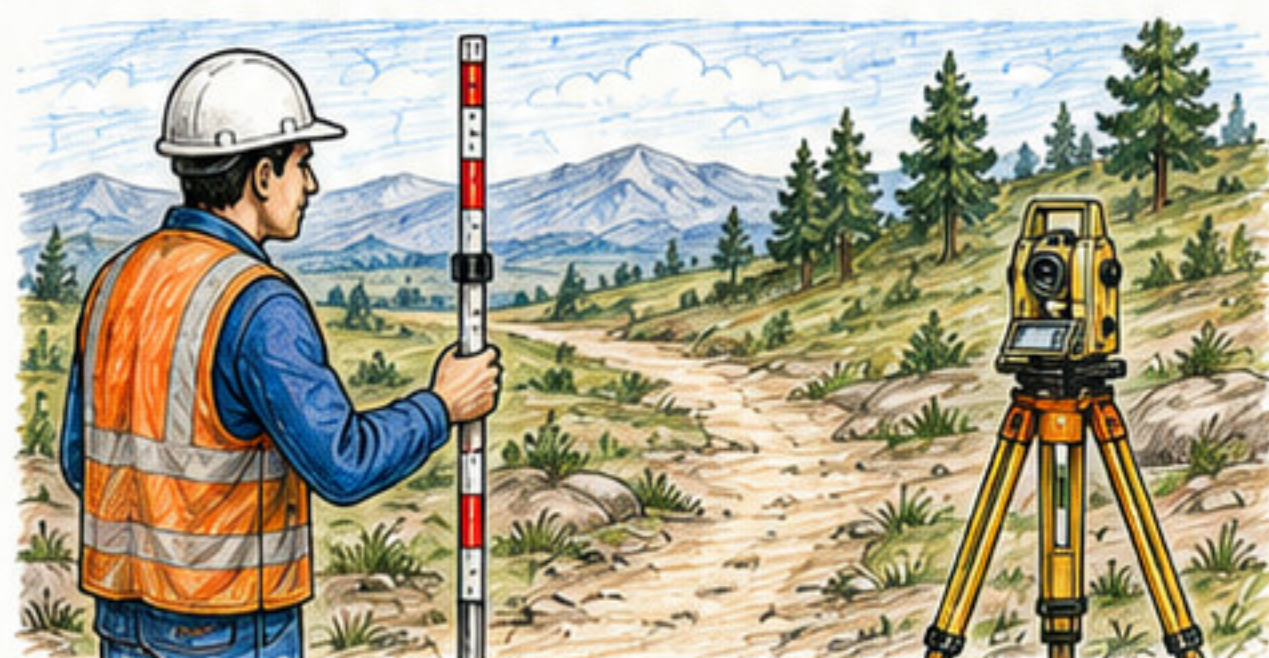
## TYCZKA Z GNSS



## BUDOWA



- ← **Podziatka** – ułatwia odczyt wysokości instrumentu lub pryzmatu.
- ← **Zaciski** – służą do blokowania wysuwanych segmentów tyczki.
- ← **Libella tyczki** – umożliwia kontrolę pionu bez użycia dodatkowych narzędzi.
- ← **Groty / stopa** – zapewniają stabilne ustawienie na różnych nawierzchniach.



## ZASTOSOWANIA

- Pomiary szczegółów terenowych.
- Pomiary kontrolne i tyczenie.
- Inwentaryzacje powykonawcze.
- Pomiary GNSS RTK.
- Sygnalizacja osi, linii i kierunków.



## KONSERWACJA

- ✓ Po pracy oczyść tyczkę z błota i piasku.
- ✓ Sprawdź działanie zacisków i libelli.
- ✓ Przechowuj w pokrowcu.
- ✓ Unikaj uderzeń i upadków.



## PAMIĘTAJ



Zawsze dokładnie pionuj tyczkę.



Stawiaj stabilnie na twardym podłożu.



Ustaw prawidłową wysokość pryzmatu lub anteny.



CO TO JEST?

Łata niwelacyjna to podziatka liniowa używana w niwelacji do odczytywania różnic wysokości pomiędzy punktami terenowymi.

DO CZEGO SŁUŻY?

- Odczyt różnic wysokości między punktami.
- Wykonywanie niwelacji terenu.
- Kontrola poziomu (niwelety) w budownictwie.

JAK ODCZYTYWAĆ?

Przeczytaj wartość w miejscu przecięcia nici celowych z podziatką łaty.



Przykład:  
Odczyt = 1,235 m

RODZAJE

Łata klasyczna  
Szttywna, nie zmienia długości.



Łata teleskopowa  
Wysuwane sekcje, regulowana długość.



Łata kodowa  
Podziatka w kodzie paskowym (łatwiejszy odczyt z daleka).

ZASTOSOWANIA

- Niwelację punktów terenowych.
- Kontrola wysokości nasypów i wykopów.
- Wyznaczanie niwelety dróg, kanałów i rurociągów.
- Prace budowlane (fundamenty, posadzki, stropy).

BUDOWA

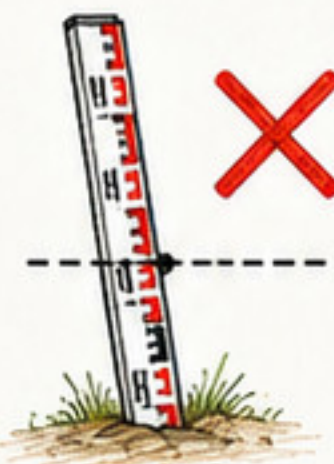
- ← Podziatka  
Wyraźna, czytelna, z podziałem milimetrowym.
- ← Sekcje teleskopowe  
Wysuwane segmenty umożliwiające dopasowanie długości łaty.
- ← Stopa  
Chroni dolny koniec łaty i zapewnia stabilne oparcie na gruncie.
- ← Zaciski  
Umożliwiają zablokowanie sekcji w wybranej wysokości.

ZASADY UŻYCIA

1. Ustaw łatę pionowo na stabilnym podłożu.
2. Nie poruszaj łatą podczas odczytu.
3. Odczytaj wartość w miejscu przecięcia nici.
4. Zapisz wynik wraz z opisem punktu.

WAŻNE – TYPOWE BŁĘDY

- Przechylenie łaty – zawyża odczyt.
- Niestabilne ustawienie – powoduje drgania.
- Brudna lub uszkodzona podziatka – utrudnia odczyt i powoduje błędy.
- Odczyt „między kreskami” – zawsze odczytuj na linii przecięcia nici.

PAMIĘTAJ:

Łata musi być ustawiona pionowo, stabilnie i czysta.  
Dokładny odczyt to podstawa wiarygodnych wyników niwelacji!



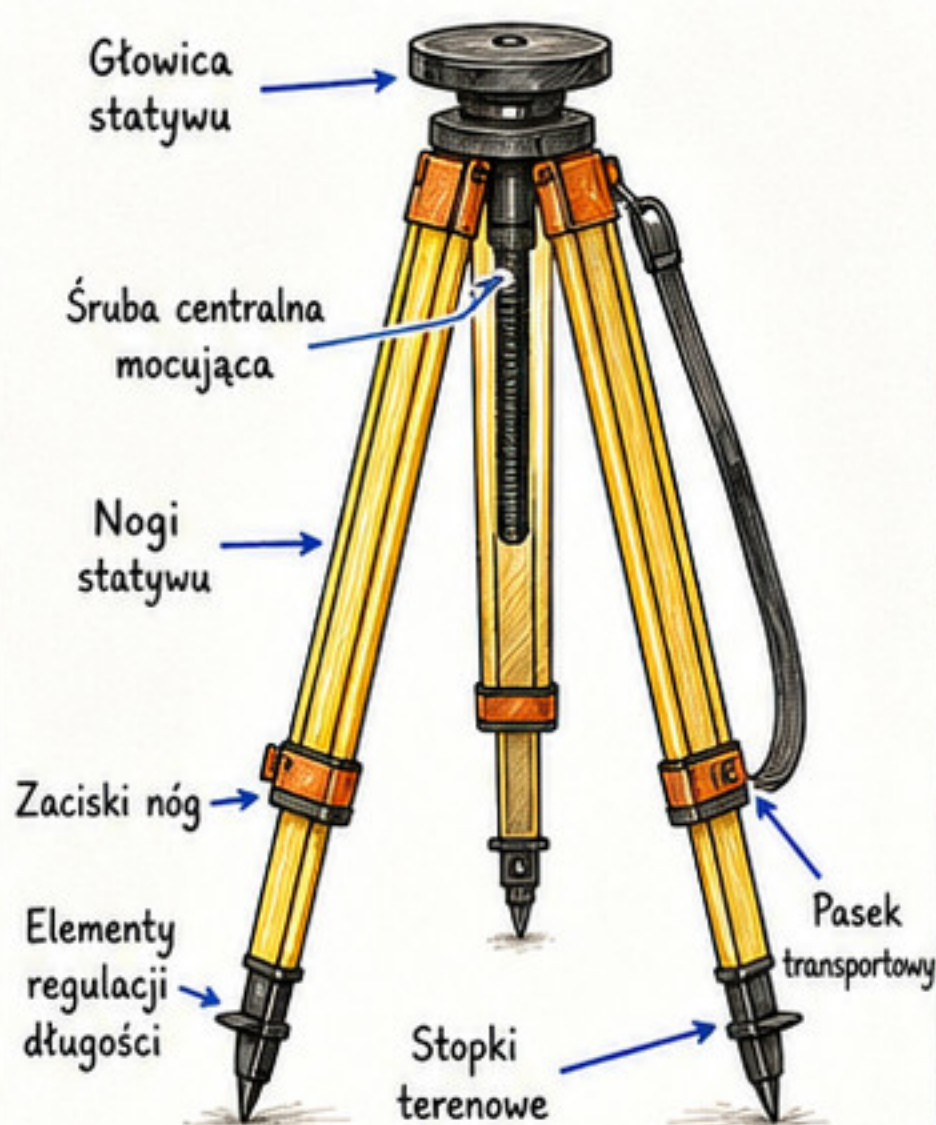
# STATYW GEODEZYJNY

## 1. CO TO JEST STATYW GEODEZYJNY?

Statyw geodezyjny to stabilna, regulowana podstawa służąca do ustawienia instrumentów pomiarowych w wymaganym położeniu.

## 2. JAKIE INSTRUMENTY MONTUJE SIĘ NA STATYWIE?

- niwelator
- teodolit
- tachimetr
- antenę GNSS w określonych konfiguracjach
- pryzmat na stanowisku stałym
- skaner laserowy



## 3. NAJWAŻNIEJSZE ZADANIE STATYWU

**STABILNOŚĆ INSTRUMENTU = STABILNOŚĆ POMIARU**

Każdy ruch statywu może wpłynąć na pozycję instrumentu, a tym samym na wyniki późniejszych obserwacji.

## 4. JAK PRAWIDŁOWO ROZSTAWIĆ STATYW?

- ① Ustaw nad punktem.
- ② Rozsuń nogi.
- ③ Ustaw głowicę w przybliżeniu poziomo.
- ④ Dostosuj wysokość.
- ⑤ Dociśnij stopki do podłoża.
- ⑥ Zablokuj zaciski.
- ⑦ Sprawdź stabilność.

## 5. WYSOKOŚĆ ROBOCZA



## 6. STATYW NAD PUNKTEM

- Środek głowicy statywu powinien być dokładnie nad punktem.
- Zapewnij miejsce na centrowanie instrumentu.
- Nie przestawiaj zasięgu regulacji instrumentu.



## 7. PODŁOŻE

### Dobre

- stabilny grunt
- beton
- dobrze zagęszczona nawierzchnia



### Ryzykowne

- miękka ziemia
- błoto
- luźny żwir
- śnieg
- świeży nasyp
- powierzchnie drgające

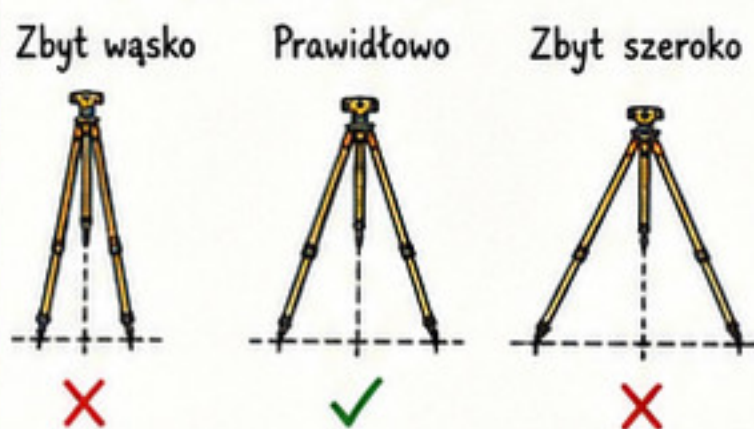


## 8. JAK USTAWIĆ STATYW NA MIĘKKIM GRUNCIE?

- ① Użyj szerokich stopek (talerzyków).
- ② Dociśnij nogi głęboko w grunt.
- ③ Podłóż deski pod stopki.
- ④ W razie potrzeby ubij grunt pod statywem.



## 9. ROZSTAW NÓG



## 10. DRGANIA I RUCH

Unikaj wpływów, które mogą powodować drgania:

- ruch drogowy
- ciężkie maszyny
- silny wiatr
- dotykание statywu
- operator opierający się o instrument



## 11. STATYW DREWNIANY A ALUMINIOWY

### Drewniany

- ✓ dobrze tłumi drgania
- ✓ stabilny
- ✓ odporny na temperatury
- ✗ cięższy
- ✗ wrażliwy na wilgoć



### Aluminiowy

- ✓ lekki
- ✓ szybki w rozstawieniu
- ✓ odporny na warunki
- ✗ bardziej podatny na nagrzewanie i drgania



## 12. PRZED ZAMOCOWANIEM INSTRUMENTU

- ☐ Statyw stabilny i zablokowany
- ☐ Głowica w przybliżeniu poziomo.
- ☐ Śruba centralna dobrze dokręcona
- ☐ Punkt dokładnie pod statywem
- ☐ Zaciski i elementy regulacji czyste i sprawne

## 13. PO ZAMOCOWANIU INSTRUMENTU

- ✓ Dokręć śrubę mocującą instrument.
- ✓ Sprawdź poziom instrumentu.
- ✓ Upewnij się, że nic nie wpływa na stabilność.
- ✓ Nie poruszaj statywem podczas pracy.

## 14. NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

- Statyw niestabilny lub rozchwiany.
- Ustawienie nad punktem niedokładne.
- Rozstaw nóg zbyt wąski lub zbyt szeroki.
- Zaciski niedokładnie zablokowane.
- Dotykание statywu podczas pomiaru.
- Praca na nieodpowiednim podłożu.

## 15. KONTROLA PODCZAS PRACY

- ① Stabilność statywu
- ② Poziom instrumentu
- ③ Stan podłoża i stopek

## ★ PAMIĘTAJ

Nawet najdokładniejszy instrument nie zapewni dobrych wyników, jeśli stoi na niestabilnym statywie.

OPERATOR  
DOTYKA STATYWU



INSTRUMENT PRACUJE  
BEZ KONTAKTU

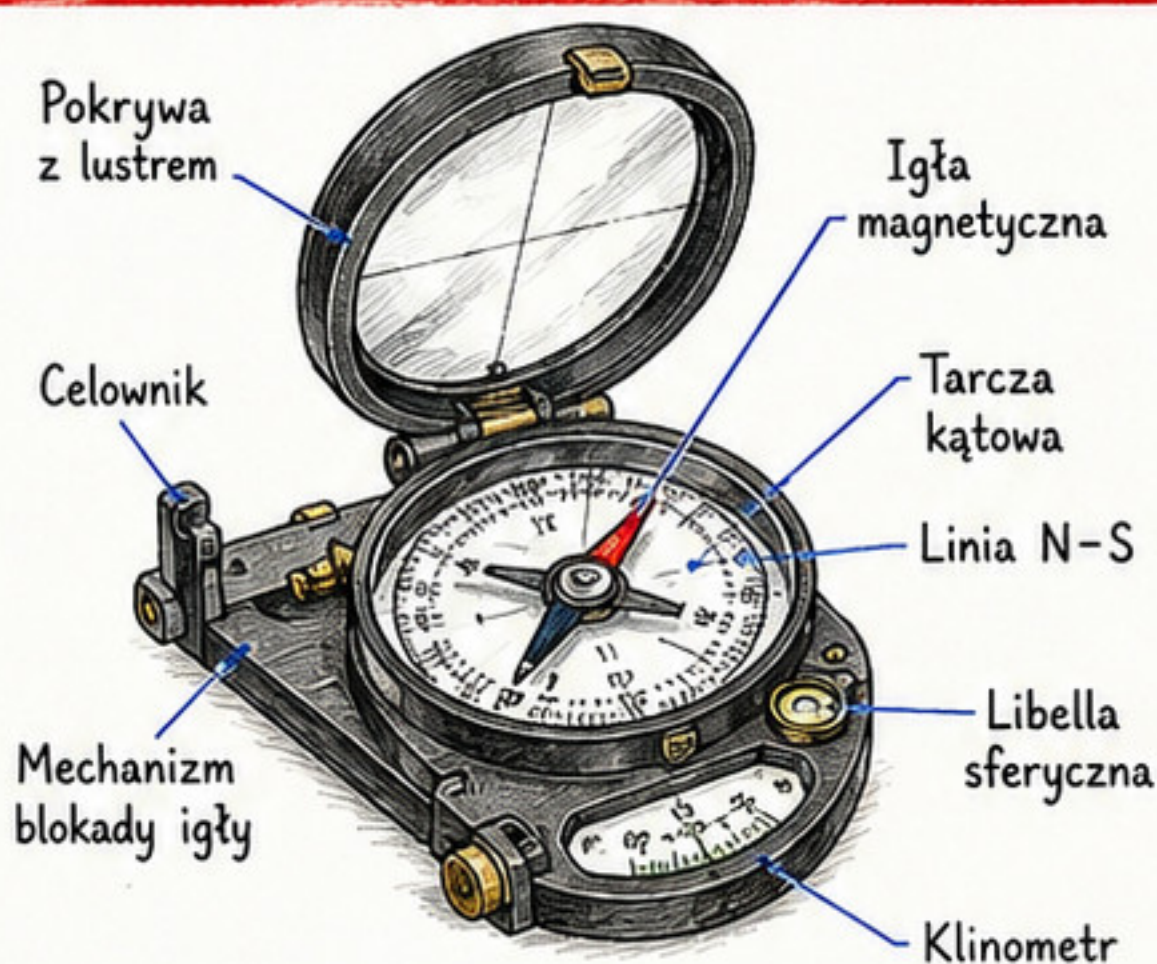




# BUSOLA BRUNTONA

## ① CO TO JEST BUSOLA BRUNTONA?

Busola Bruntona to przenośny kompas geologiczny z klinometrem, przeznaczony do pomiaru kierunków (azymutów) i kątów nachylenia w terenie.



## ② GDZIE JEST STOSOWANA?

- geologia
- topografia orientacyjna
- kartowanie terenowe
- pomiary kierunków
- pomiar biegu i upadu warstw
- orientacja w terenie

## ③ JAK DZIAŁA?

Igła magnetyczna ustawia się wzdłuż linii pola magnetycznego Ziemi, wskazując północ magnetyczną.

Busola pokazuje kierunek magnetyczny, nie automatycznie geograficzny.

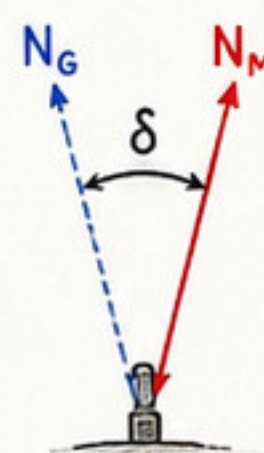
## ④ PODSTAWOWY POMIAR KIERUNKU

1. Otwórz pokrywę i ustaw busolę poziomo.
2. Odblokuj igłę.
3. Skieruj celownik na cel.
4. Odczytaj kąt na tarczy w miejscu, gdzie linia N-S przecina skalę.
5. Zablokuj igłę po zakończeniu pomiaru.

## ⑤ AZYMUT MAGNETYCZNY



## ⑥ DEKLINACJA MAGNETYCZNA



$N_G$  – północ geograficzna

$N_M$  – północ magnetyczna

$\delta$  – deklinacja magnetyczna

$$N_G \neq N_M$$

## ⑦ REGULACJA DEKLINACJI

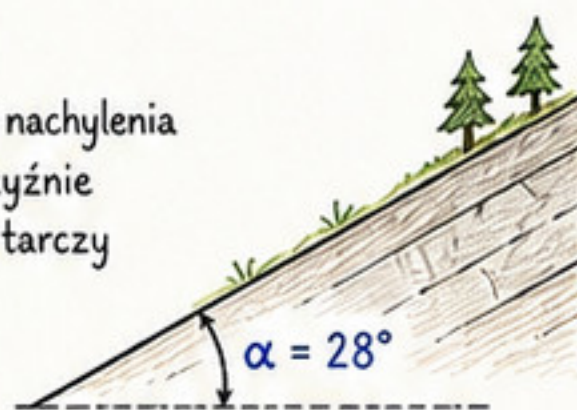
W niektórych busolach Bruntona można wprowadzić wartość deklinacji, aby odczyty korygowane były do północy geograficznej.



Sprawdź, czy korekcja jest już ustawiona!

## ⑧ KLINOMETR

Klinometr mierzy kąt nachylenia (lub upadu) w płaszczyźnie ustawionej względem tarczy kątownej.



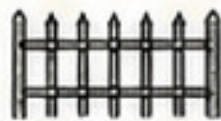
## ⑨ POMIAR NACHYLENIA

1. Ustaw busolę wzdłuż płaszczyzny.
2. Wyrównaj libellę sferyczną.
3. Odczytaj kąt  $\alpha$  na skali klinometru.
4. Zapisz kierunek i nachylenie.

## ⑩ ZAKŁÓCENIA MAGNETYCZNE



samochód



stalowe ogrodzenie



słup



przewody energetyczne



telefon



duża konstrukcja metalowa

## ⑪ PRZYKŁAD WPŁYWU ZAKŁÓCENIA

odczyt z dala od samochodu =  $72^\circ$

odczyt przy samochodzie =  $80^\circ$

różnica  $8^\circ$

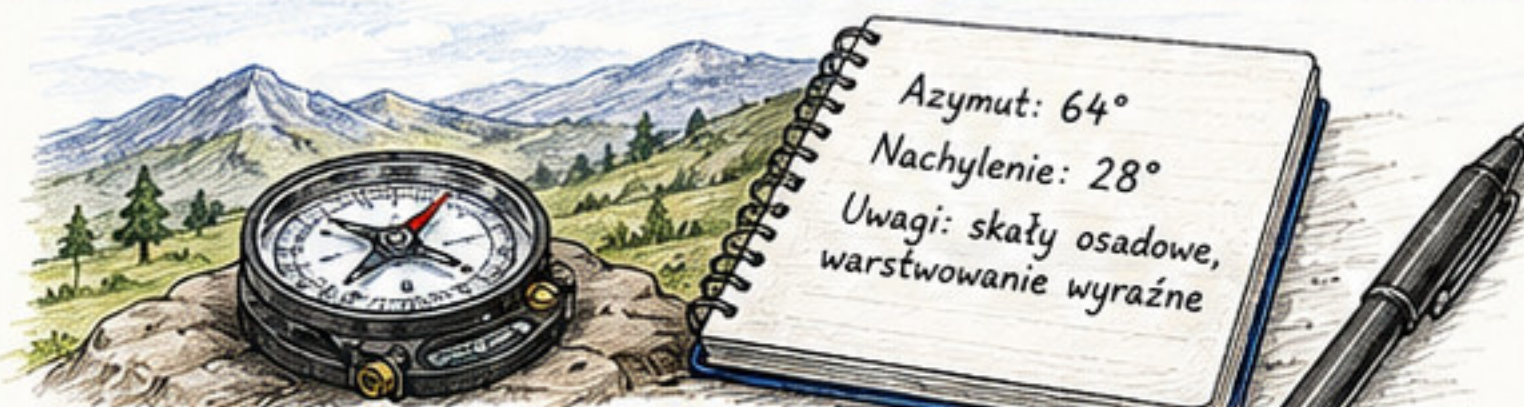
Lokalne pole magnetyczne może zafałszować kierunek odczytu.

## ⑫ BUSOLA A TACHIMETR

| Busola                        | Tachimetr                      |
|-------------------------------|--------------------------------|
| Prosta i lekka                | Precyzyjny instrument          |
| Szybki odczyt kierunku        | Pomiar kątów i odległości      |
| Zależna od pola magnetycznego | Brak wpływu pola magnetycznego |
| Mniejsza dokładność           | Wysoka dokładność              |

## ⑬ DOBRA PRAKTYKA

- ✓ Kontroluj deklinację przed pomiarem.
- ✓ Trzymaj busolę poziomo.
- ✓ Poczekaj na stabilizację igły.
- ✓ Wykonuj powtarzalne odczyty.
- ✓ Unikaj metalu i źródeł zakłóceń.

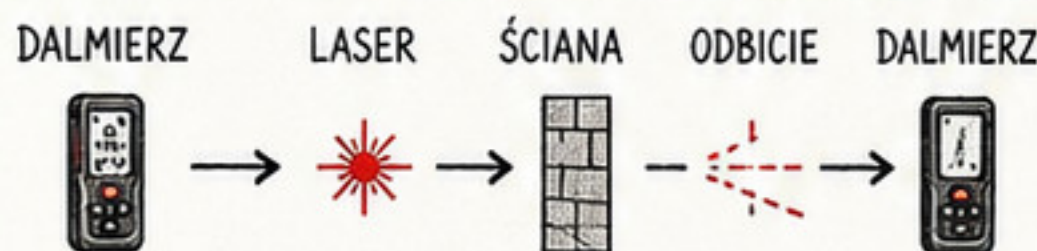
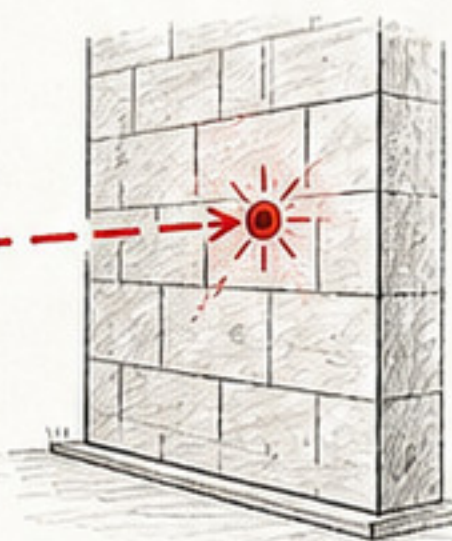


**PAMIĘTAJ**

Busola Bruntona jest bardzo użytecznym narzędziem terenowym, ale jej wynik zależy od pola magnetycznego i otoczenia pomiaru.



# DALMIERZ LASEROWY



## 1 CO TO JEST DALMIERZ LASEROWY?

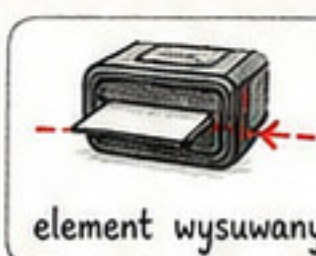
Dalmierz laserowy to elektroniczne urządzenie, które mierzy odległości na podstawie czasu powrotu wiązki laserowej odbitej od celu.

## 2 CO MOŻE MIERZYĆ?

- pojedynczą odległość
- pomiar ciągły
- minimum/maksimum
- powierzchnię
- objętość
- wysokość pośrednią
- nachylenie

## 3 PUNKT ODNIESIENIA POMIARU

Przed pomiarem sprawdź ikonę punktu odniesienia na ekranie.



Przykład: odczyt 4,256 m

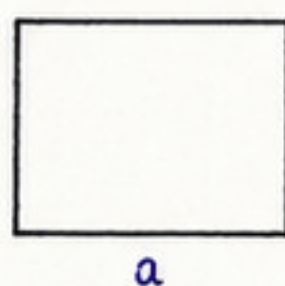


oznacza pomiar od tylnej krawędzi urządzenia.

## 4 POMIAR KROK PO KROKU

1. Włącz urządzenie.
2. Wybierz funkcję (np. odległość).
3. Ustaw punkt odniesienia.
4. Wyceluj laser w cel.
5. Naciśnij przycisk pomiaru.
6. Odczytaj wynik z ekranu.

## 5 POMIAR POWIERZCHNI



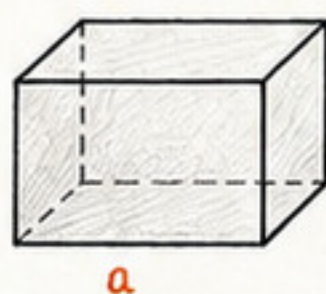
$a = 5,20 \text{ m}$

$b = 3,40 \text{ m}$

$P = a \times b$

$P = 17,68 \text{ m}^2$

## 6 POMIAR OBJĘTOŚCI



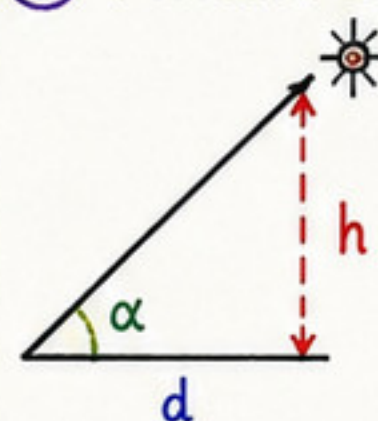
$a = 5,20 \text{ m}$

$b = 3,40 \text{ m}$

$h = 2,70 \text{ m}$

$V = 5,20 \times 3,40 \times 2,70$   
 $= 47,74 \text{ m}^3$

## 7 POMIAR POŚREDNI WYSOKOŚCI



Dalmierz mierzy  $d$  i kąt  $\alpha$ , a oblicza  $h$ .  
Dokładność zależy od geometrii i stabilności urządzenia.

## 8 TRUDNE POWIERZCHNIE

- czarne powierzchnie
- szkło
- woda
- silnie błyszczące powierzchnie
- obiekty bardzo skośne
- silne światło słoneczne
- małe cele



## 9 CELOWANIE NA DUŻEJ ODLEGŁOŚCI

- tarcza celownicza
- celownik cyfrowy
- statyw



## 10 DALMIERZ A EDM TACHIMETRU

### DALMIERZ LASEROWY

- ręczny i przenośny
- szybki pomiar
- prosta obsługa
- mniejszy zasięg (typ. do 200-300 m)
- mniej dokładny (typ.  $\pm 2 \text{ mm}$ )

### EDM TACHIMETRU

- zintegrowany z tachimetrem
- duży zasięg (do km)
- wysoka dokładność (typ.  $\pm (1 \text{ mm} + 1 \text{ ppm})$ )
- do prac geodezyjnych

## 11 BEZPIECZEŃSTWO LASERA

- urządzenie klasy 2 – nie wpatruj się w wiązkę
- nie kieruj lasera na oczy ludzi i zwierząt
- nie używaj uszkodzonego sprzętu
- czytaj instrukcję producenta



## 12 NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

- zły punkt odniesienia
- brak stabilności urządzenia
- celowanie w niewłaściwy obiekt
- pomiar przez szkło
- zbyt mały cel
- silne światło słoneczne

## 13 MINI-KONTROLA



Zmierz ten sam odcinek trzy razy.

Jeśli wyniki znacząco się różnią, sprawdź sposób celowania i stabilność.



## PAMIĘTAJ

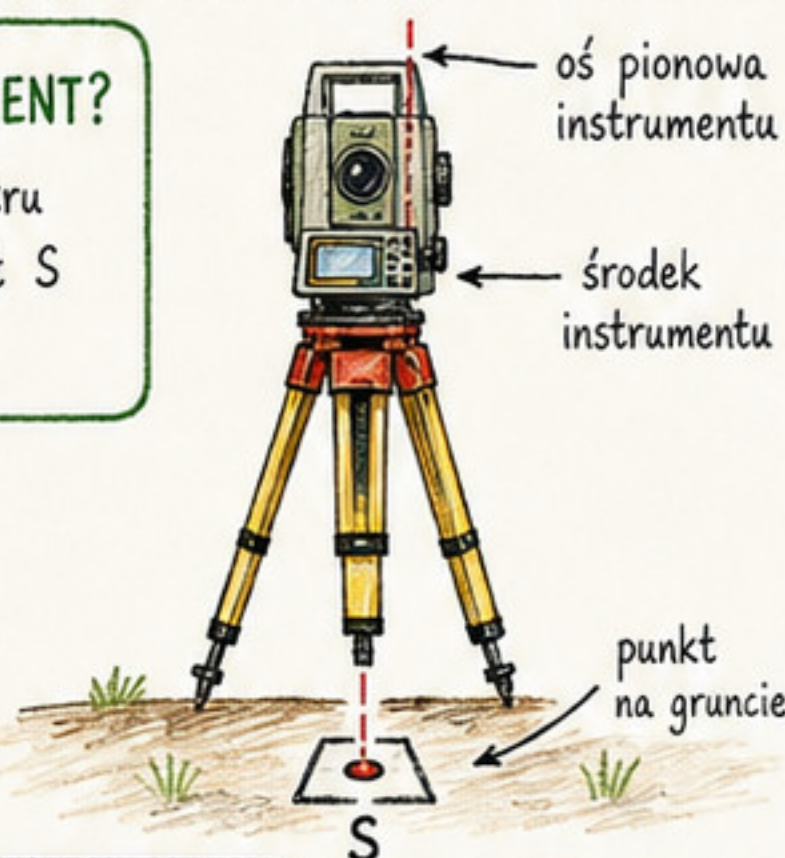
Najczęstszy błąd w pracy dalmierzem nie wynika z lasera, lecz z niewłaściwego punktu odniesienia lub złego celu.



# 63 PION OPTYCZNY I LASEROWY

## 1 PO CO CENTRUJEMY INSTRUMENT?

Aby oś pionowa teodolitu / tachimetru przechodziła dokładnie przez punkt S na gruncie, na którym mierzymy.



## 2 PION OPTYCZNY

To układ optyczny w instrumencie, który wyświetla obraz punktu S w płaszczyźnie odniesienia (krzyżek nitkowy), umożliwiając jego centrowanie.



## 3 PION LASEROWY

To wiązka lasera skierowana w dół z instrumentu, która wyświetla czerwoną kropkę na gruncie w celu centrowania punktu S.



## PION OPTYCZNY VS PION LASEROWY

- |                                                                                                                                                                                                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• brak baterii i elektroniki</li> <li>• działa w każdych warunkach</li> <li>• wymaga kalibracji i czystości</li> <li>• centrowanie zajmuje więcej czasu</li> <li>• widoczność zależy od światła</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• szybkie i wygodne centrowanie</li> <li>• widoczna kropka na gruncie</li> <li>• wymaga baterii i elektroniki</li> <li>• wrażliwy na jasne słońce, deszcz i kurz</li> <li>• wymaga kalibracji i kontroli</li> </ul> |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

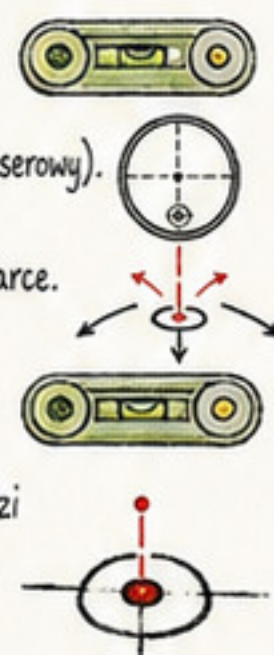
## 5 CENTROWANIE WSTĘPNE

- 1 Rozstaw statyw nad punktem.
- 2 Sprawdź położenie punktu S.
- 3 Przesuwaj nogi statywu.
- 4 Zamocuj instrument.



## 6 CENTROWANIE DOKŁADNE

- 1 Wypoziomuj instrument.
- 2 Sprawdź pion (optyczny lub laserowy).
- 3 Przesuń instrument na spodarcie.
- 4 Ponownie wypoziomuj.
- 5 Powtarzaj, aż oś przechodzi dokładnie przez punkt S.



## 4 CENTROWANIE I POZIOMOWANIE WPŁYWAJĄ NA SIEBIE CENTROWANIE ↔ POZIOMOWANIE

Zmiana centrowania wpływa na poziomowanie, a zmiana poziomowania wpływa na wskazanie pionu. Dlatego powtarzaj obie czynności naprzemiennie.

## 7 WIDOK PRZEZ PION OPTYCZNY



## 8 WIDOK PIONU LASEROWEGO



## 9 BŁĄD CENTROWANIA

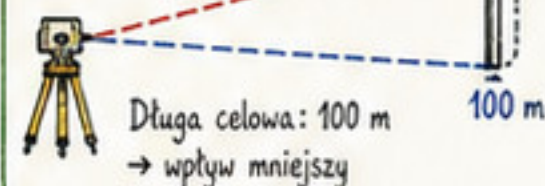
To odległość „e” między osią instrumentu a punktem S. Powoduje błędy w pomiarach długości, kątów i wysokości.



## 10 WPŁYW BŁĘDU e

e = 5 mm

Krótką celowa: 5 m  
→ większy wpływ kątowy



## 11 KONTROLA PIONU OPTYCZNEGO

- Skieruj pion na punkt S.
- Obróć instrument o 180°.
- Jeśli punkt pozostaje w środku krzyża – pion jest poprawny.



## 12 KONTROLA PIONU LASEROWEGO

- Ustaw przyrząd na stabilnym podłożu.
- Zmierz odległość kropki od znaku.
- Obróć instrument o 180°.
- Odchyłka nie powinna przekraczać dopuszczalnej (np. 1–2 mm).



## 13 TYPOWE BŁĘDY

- Niewypoziomowany instrument
- Brudne szkło pionu optycznego
- Luz w statywie lub spodarcie
- Pochylony statyw
- Słaba widoczność lasera (słońce)
- Zapomniana ponowna kontrola

## 14 NIE PATRZ BEZPOŚREDNIO W LASER



Promień lasera może uszkodzić wzrok. Używaj osłon i okularów laserowych, jeśli są dostarczone.

## 15 LISTA KONTROLNA PRZED ORIENTACJĄ

- ✓ Statyw stabilny i prawidłowo rozstawiony
- ✓ Instrument wypoziomowany
- ✓ Punkt S w zasięgu pionu (optyczny lub laserowy)
- ✓ Centrowanie dokładne – potwierdzone
- ✓ Pion sprawdzony i w tolerancji
- ✓ Sprzęt gotowy do pomiarów



## ★ PAMIĘTAJ

Poziomowanie ustawia oś instrumentu pionowo, a centrowanie ustawia tę oś dokładnie nad punktem. Potrzebujesz obu.





# 70 BATERIE I KALIBRACJA

## ① Dlaczego ten temat jest ważny?

Sprawne zasilanie i regularna kalibracja to podstawa niezawodności instrumentów oraz dokładności wyników pomiarowych.



## A. BATERIE

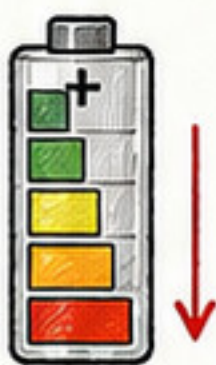
### ② Przed wyjściem w teren

- ☐ Sprawdź poziom naładowania baterii.
- ☐ Naładuj akumulator do pełna.
- ☐ Weź zapasową baterię / akumulator.
- ☐ Zabierz odpowiednią ładowarkę.
- ☐ Sprawdź styki – muszą być czyste i suche.



### ③ Co skraca czas pracy?

- Niskie temperatury
- Podświetlenie ekranu
- Ciągła łączność bezprzewodowa (BT/Wi-Fi)
- Częste pomiary EDM
- Długie pozostawienie instrumentu włączonego



### ④ Zimno

Niskie temperatury znacząco zmniejszają pojemność akumulatorów i czas pracy.

- Przechowuj baterie ciepłe (np. w kieszeni).
- Używaj oryginalnych akumulatorów.
- Po pracy przenieś baterie w ciepłe miejsce.



### ⑤ Bezpieczna wymiana baterii

- 1 Wyłącz instrument.
- 2 Otwórz pokrywę komory baterii.
- 3 Wyjmij baterię.
- 4 Włóż nową baterię zgodnie z biegunowością.
- 5 Zamknij pokrywę i sprawdź działanie.



### ⑥ Czego nie robić?

- Nie wyjmuj baterii podczas pracy instrumentu.
- Nie zwieraj styków.
- Nie narażaj baterii na wilgoć i uderzenia.
- Nie używaj uszkodzonych akumulatorów.
- Nie pozostawiaj baterii w ekstremalnym cieple (nr. w aucie latem).



## B. KALIBRACJA I KONTROLA

### ⑦ Co to jest kalibracja?

Kalibracja to proces porównania wskazań instrumentu z wartością wzorcową i określenia odchylenia.



### ⑧ Kalibracja a regulacja

Kalibracja → sprawdza i określa odchylenie.

Regulacja / rektyfikacja → zmienia ustawienie.

Kontrola → sprawdza przed lub podczas pracy.

### ⑨ Co może podlegać kontroli?

- kolimacja
- kompensator
- pion optyczny/laserowy
- libelle
- EDM
- stała systemu pryzmatycznego
- czujnik nachylenia
- osie instrumentu



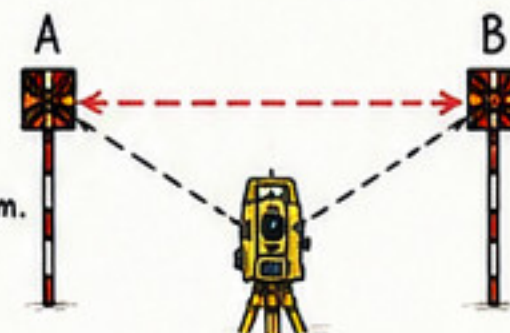
### ⑩ Kiedy wykonać kontrolę?

- przed ważnymi pomiarami
- po transporcie lub upadku instrumentu
- gdy wyniki pomiarów wydają się niepewne
- okresowo – zgodnie z zaleceniami producenta



### ⑪ Prosta kontrola przed pracą

- 1 Sprawdź poziomy libel.
- 2 Sprawdź pion optyczny / laser.
- 3 Sprawdź centrowanie instrumentu nad punktem.
- 4 Wykonaj test kolimacji (cel A i B).
- 5 Sprawdź pomiar EDM na znanej odległości.



### ⑫ Niwelator – test kontrolny

Sprawdź poziome libele, błąd kolimacji (test dwóch łąt), błąd kompensatora.



### ⑬ Tachimetr – funkcje kalibracyjne

Wykorzystaj funkcje testowe dostępne w menu instrumentu (kolimacja, osi, kompensator, EDM).

 Zawsze przestrzegaj instrukcji producenta.

### ⑭ Serwis

Nie każdą nieprawidłowość wolno usuwać samodzielnie. W razie wątpliwości skontaktuj się z autoryzowanym serwisem.

### ⑮ Dziennik sprzętu

- instrument
- numer seryjny
- data kontroli
- wynik
- osoba wykonująca
- uwagi
- data następnej kontroli



### ⑯ Najważniejsza zasada

**Kalibracja nie zastępuje kontroli terenowej, a kontrola terenowa nie zastępuje wymaganej kalibracji.**



**PAMIĘTAJ:**

Sprawny akumulator utrzymuje instrument przy pracy.  
Sprawdzona geometria instrumentu utrzymuje jakość pomiaru.







# KONFIGURACJA TACHIMETRU

Zanim zmierzysz pierwszy punkt, tachimetr musi wiedzieć, gdzie stoi, w jakim kierunku jest zorientowany i jakiego celu używasz.



## 1. Projekt / plik roboczy

- Otwórz właściwy projekt.
- Sprawdź nazwę pliku.
- Upewnij się, że jednostki projektu są poprawne.
- Sprawdź układ współrzędnych.

## 2. Jednostki

- Jednostki długości: metry (m).
- Jednostki kątów: grad / stopień.
- Jednostki wysokości: metry (m).
- Jednostki temperatury: °C.

## 3. Stanowisko

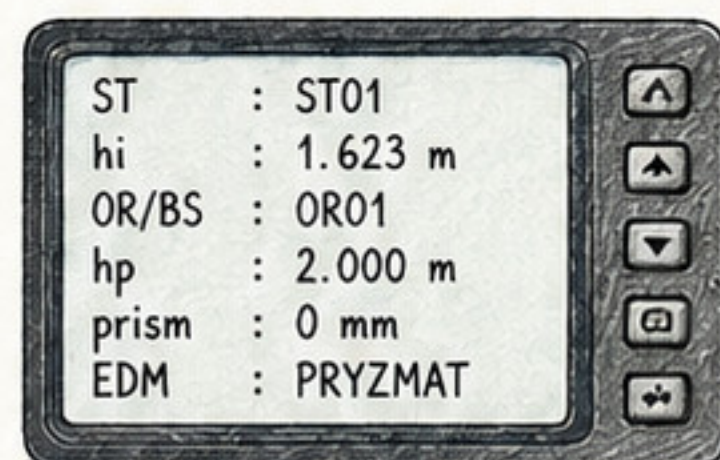
Wprowadź współrzędne stanowiska.

numer punktu : ST01

X = 5421,250 m

Y = 3187,640 m

H = 126,480 m



## 5. Orientacja

Określ kierunek odniesienia.

A) Na punkt znany (backsight)

ST01 → OR01



B) Na azymut / kąt (Og)

Og →

## Przykład orientacji

Stajemy na punkcie ST01.

Celujemy na punkt OR01.

Instrument wyznacza różnicę kąta i ustawia kierunek odniesienia

Og (lub 0°). Od tej chwili wszystkie pomiary kątów odnoszą się do tego kierunku.

## 6. Wysokość pryzmatu

hp = wysokość pryzmatu nad punktem.

Przykład:

hp = 2,000 m



Zmieniasz wysokość tyczki?  
Zmień hp!

## 7. Stała pryzmatu

Wprowadź stałą pryzmatu (offset). Wartość musi odpowiadać użytemu reflektorowi!



## 8. Tryb EDM

- pryzmat
- bezlustrowy
- folia refleksyjna
- inny tryb zgodnie z instrumentem



## 9. Warunki atmosferyczne

Wprowadź temperaturę (°C) i ciśnienie (hPa).

Wpływają na poprawki odległości.



20°C



1013 hPa

## 10. Układ współrzędnych

Sprawdź, czy wybrany układ współrzędnych jest właściwy i zgodny z projektem.

Nie mieszaj układów!



## Kontrola orientacji

- Zmierz ponownie punkt orientacji (OR01).
- Sprawdź kąt zamknięcia.
- Sprawdź kąt na drugi punkt kontrolny.
- Upewnij się, że różnice są w tolerancji.

## Przykład kontroli

| Punkt kontrolny K1 |                       |
|--------------------|-----------------------|
| Współrzędne znane  | Współrzędne zmierzone |
| X = 6120,000 m     | X = 6120,006 m        |
| Y = 4310,000 m     | Y = 4309,995 m        |
| ΔX = +0,006 m      |                       |
| ΔY = -0,005 m      | ✓ OK (w tolerancji)   |

## Najgroźniejsze błędy konfiguracji

- Zły punkt stanowiska lub błędne współrzędne.
- Błędna wysokość instrumentu (hi).
- Zła orientacja (inny punkt / kąt).
- Zła wysokość pryzmatu (hp).
- Zła stała pryzmatu.
- Zły tryb EDM.
- Złe jednostki lub układ współrzędnych.

## Czerwona flaga

Systematyczne przesunięcie wszystkich punktów w jednym kierunku najczęściej oznacza:

- złą orientację
- złą wysokość instrumentu
- zły punkt stanowiska



## Checklist przed MEAS

- |                                                   |                                                              |                                                          |
|---------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> Projekt / plik otwarty   | <input type="checkbox"/> Orientacja wykonana i skontrolowana | <input type="checkbox"/> Warunki atmosferyczne ustawione |
| <input type="checkbox"/> Jednostki poprawne       | <input type="checkbox"/> hp wprowadzone                      | <input type="checkbox"/> Układ współrzędnych poprawny    |
| <input type="checkbox"/> Stanowisko (ST) poprawne | <input type="checkbox"/> Stała pryzmatu poprawna             | <input type="checkbox"/> Kontrola orientacji OK          |
| <input type="checkbox"/> hi wprowadzone           | <input type="checkbox"/> Tryb EDM ustawiony                  | <input type="checkbox"/> Gotowy do pomiaru               |



## PAMIĘTAJ



Tachimetr oblicza dokładnie to, co mu podasz. Błędne dane wejściowe dają precyzyjnie obliczony błędny wynik.



# DBANIE O SPRZĘT

Instrument geodezyjny jest precyzyjnym urządzeniem. Odpowiednia pielęgnacja chroni zarówno sprzęt, jak i jakość przyszłych pomiarów.



## 1. Transport

- Używaj futerału transportowego.
- Zablokuj kompensator i ruchome części.
- Chroni przed uderzeniami i wibracjami.
- Nie zostawiaj sprzętu w nagrzanym aucie.
- Po dłuższym transporcie sprawdź i skontroluj instrument.



## INSTRUMENT NA STATYWIE

Nie transportuj tachimetru ani niwelatora na statywie na długich dystansach. Może to prowadzić do luzów, błędów poziomowania i uszkodzeń.



## 2. OPTYKA

### CZYŚĆ

- ✓ Miękką ściereczką
- ✓ Pędzelkiem
- ✓ Sprężonym powietrzem
- ✓ Płynem do optyki (jeśli konieczne)



### NIE

- ✗ Palcami
- ✗ Papierem
- ✗ Szorstkimi ściereczkami
- ✗ Moką brudną ściereczką



## 3. WILGOĆ I DESZCZ

Jeśli instrument zmoknie:

- Osusz zewnętrznie miękką ściereczką.
- Usuń wilgoć z futerału.
- Pozostaw do wyschnięcia w suchym, przewiewnym miejscu (bez słońca i ciepła).



## 4. KURZ I PIASEK

Nie pocieraj ziaren piasku o soczewkę.

Najpierw usuń je pędzelkiem lub sprężonym powietrzem.



## 5. TEMPERATURA

Unikaj szoku termicznego.



## 6. BATERIE

- Używaj sprawdzonych baterii.
- Nie mieszaj nowych ze starymi.
- Wyjmij baterie, jeśli sprzęt nie będzie używany dłuższy czas.
- Przechowuj w suchym i chłodnym miejscu.



## 7. STATYW

- ✓ Sprawdź śruby i zaciski
- ✓ Sprawdź ostrogi i gumy
- ✓ Czyść z piasku i brudu
- ✓ Smaruj ruchome części



## 8. TYCZKI I ŁATY

- Sprawdź skalę i czytelność.
- Czyść po użyciu.
- Przechowuj prosto.
- Chroni przed uderzeniami i zginaniem.



## 9. PRYZMATY

- Czyść powierzchnię pryzmatu.
- Sprawdzaj uchwyt i śrubę.
- Przechowuj w etui.
- Unikaj dotykania powierzchni palcami.



## 10. DANE

- Zapisuj dane regularnie.
- Rób kopie zapasowe.
- Sprawdzaj wolne miejsce w pamięci.
- Organizuj nazwy plików i katalogi.



## PO KAŻDYM DNIU PRACY

- ☐ Oczyszczyć sprzęt i osuszyć wilgoć
- ☐ Sprawdzić stan optyki i obudowy
- ☐ Wyjąć baterie (jeśli nie używasz następnego dnia)
- ☐ Zapisz dane i wykonaj kopię zapasową
- ☐ Spakuj do futerału



## PRZED KAŻDYM DNIEM PRACY

- ☐ Sprawdź poziom baterii
- ☐ Sprawdź i wyczyść optykę
- ☐ Skontroluj kompensator i poziomnice
- ☐ Sprawdź statyw, tyczki, pryzmaty
- ☐ Wykonaj test pola (np. punkt kontrolny)



## KIEDY PRZERWAĆ PRACĘ I SPRAWDZIĆ INSTRUMENT?

- Po upadku lub silnym uderzeniu
- Po transporcie po nierównej drodze
- Po dużej zmianie temperatury
- Gdy wyniki są niespójne
- Gdy kompensator nie działa prawidłowo



## DZIENNIK SPRZĘTU

| Data  | Instrument | Zdarzenie                     | Kontrola           | Decyzja |
|-------|------------|-------------------------------|--------------------|---------|
| 12.05 | TS01       | transport po nierównej drodze | kontrola punktu K1 | OK      |
|       |            |                               |                    |         |
|       |            |                               |                    |         |

## ZASADA PREMIUM



„Dobre pomiary zaczynają się od dobrego sprzętu, który jest szanowany i utrzymany w najlepszej kondycji.”

## PODSUMOWANIE MODUŁU 3

Po tym module potrafisz:

- ✓ Prawidłowo dbać o instrument geodezyjny.
- ✓ Bezpiecznie transportować i przechowywać sprzęt.
- ✓ Zabezpieczać optykę, baterie i elementy pomocnicze.
- ✓ Chronić dane i prowadzić dziennik sprzętu.
- ✓ Rozpoznawać sytuacje wymagające kontroli.



### FUTERAŁ



### SOCZEWKA



### BATERIA



### STATYW



### DANE



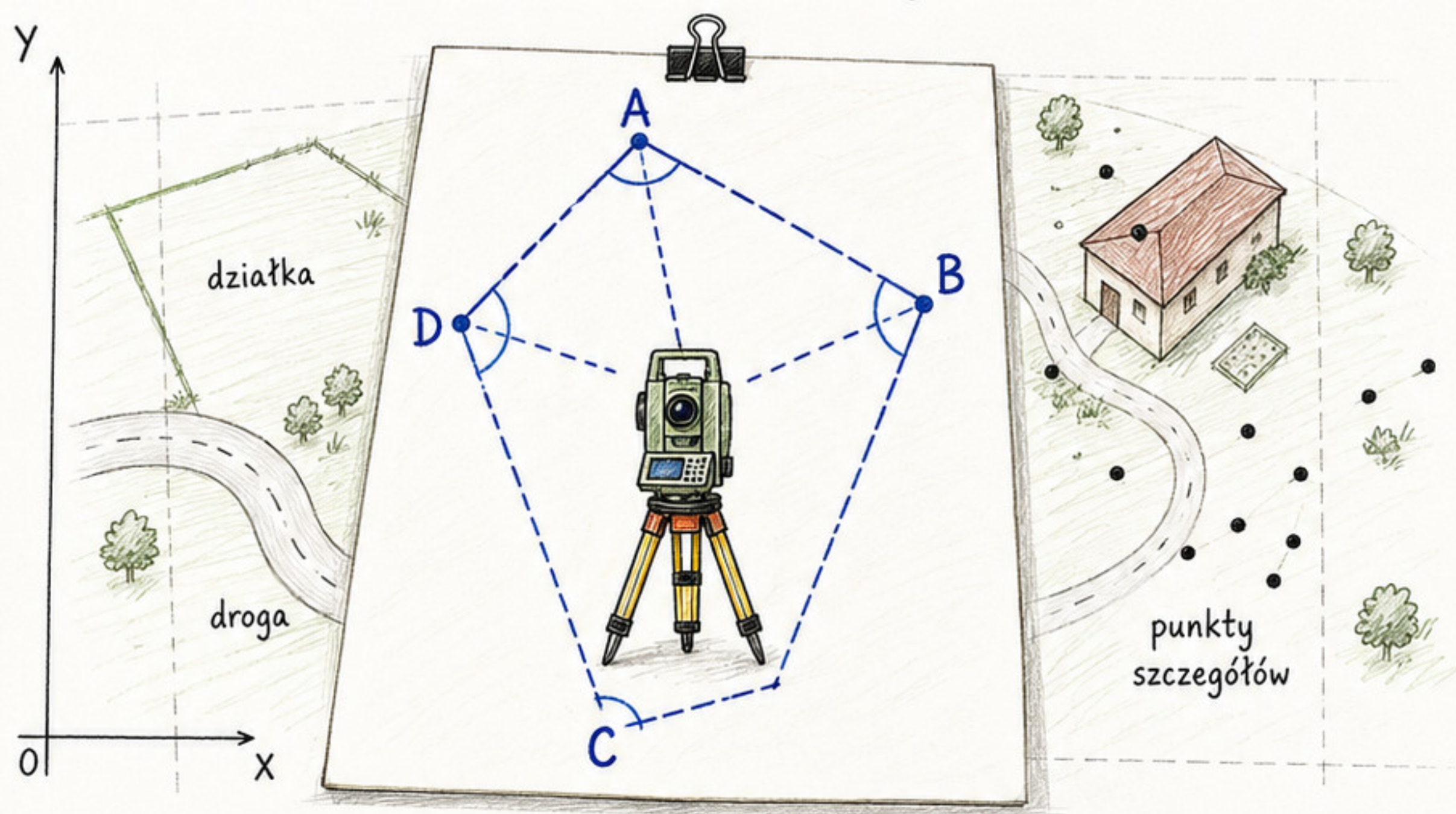
★ **PAMIĘTAJ:** Konserwacja nie jest dodatkiem do pomiaru — jest częścią systemu zapewnienia jakości.



# MODUŁ 4

## PLANIMETRIA

Pomiary poziome, ciągi, współrzędne  
i odwzorowanie szczegółów



### W TYM MODULE

- ciągi poligonowe
- metody pomiaru szczegółów
- dziennik polowy
- szkice
- współrzędne
- punkty niedostępne
- powierzchnie
- tworzenie planów

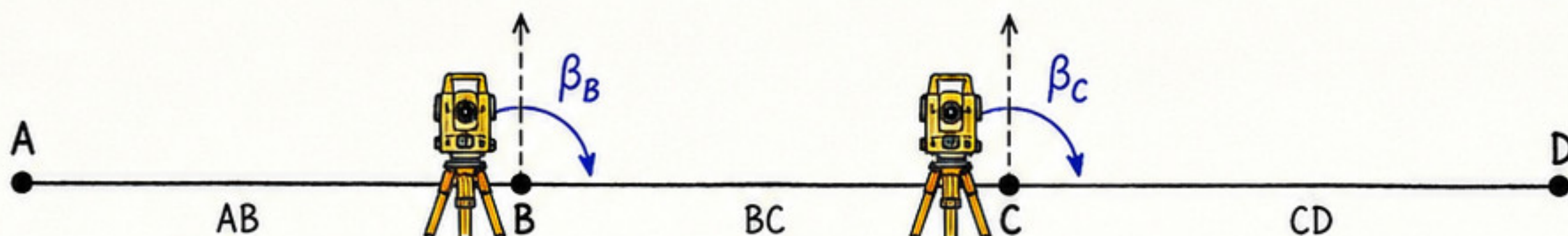
20 tematów  
praktycznych



Od pojedynczego punktu  
do kompletnego planu terenu.



# CIĄG POLIGONOWY – PODSTAWOWE POJĘCIE



## ① CO TO JEST CIĄG POLIGONOWY?

Ciąg poligonowy to ciąg kolejnych odcinków (fili) łączących punkty w terenie, których położenie i orientacja są wyznaczone metodą topograficzną krok po kroku.

## ② CO MIERZYMYSY?

- długości boków
- kąty poziome
- kierunki
- a w zależności od zadania także różnice wysokości

## ③ CO OBLICZAMY?

- azymuty boków
- przyrosty współrzędnych
- współrzędne kolejnych punktów
- błędy zamknięcia, poprawki
- położenie punktów osnowy lub pomiarowych

## ④ ELEMENTY CIĄGU

### Punkt stanowiska



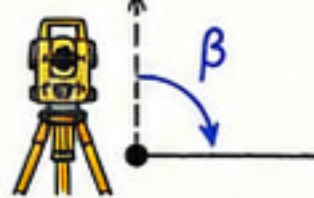
miejsce ustawienia instrumentu

### Bok



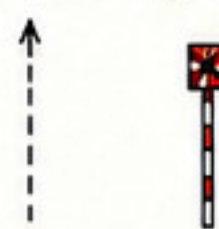
odcinek łączący dwa kolejne punkty

### Kąt



kąt poziomy między kierunkami kolejnych boków

### Kierunek nawiazania



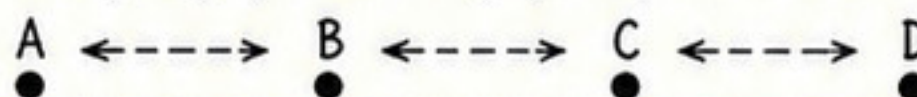
kierunek do znanego punktu lub osi odniesienia

## ⑤ DLACZEGO UŻYWAMY CIĄGÓW?

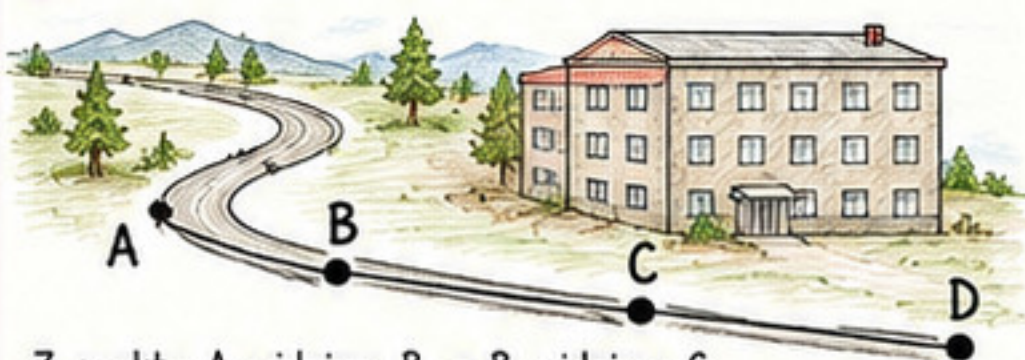
- przenosimy położenie i orientację przez teren
- omijamy przeszkody terenowe
- łączymy punkty osnowy lub pomiarowe
- tworzymy osnowę szczegółową pomiaru

## ⑥ WIDOCZNOŚĆ

Punkty kolejnego boku muszą być wzajemnie widoczne.



## ⑦ PRZYKŁAD TERENOWY



Z punktu A widzimy B, z B widzimy C, z C widzimy D. Droga i budynek utrudniają bezpośrednie połączenie A-D.

## ⑧ TYPY CIĄGÓW (zobacz kolejne strony)

### CIĄG OTWARTY



nie wraca do punktu początkowego

### CIĄG ZAMKNIĘTY



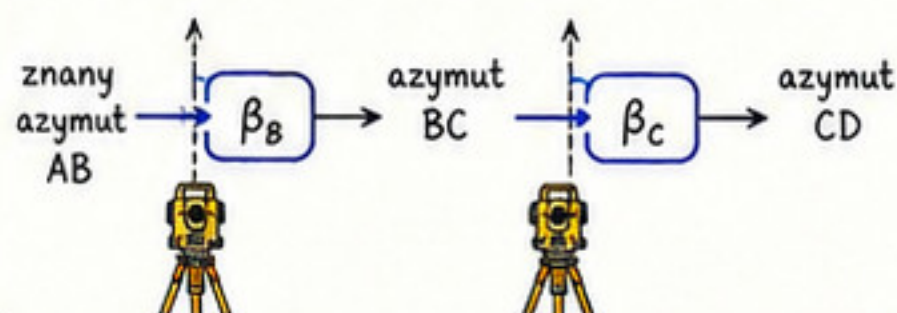
wraca do punktu początkowego

### CIĄG NAWIĄZANY

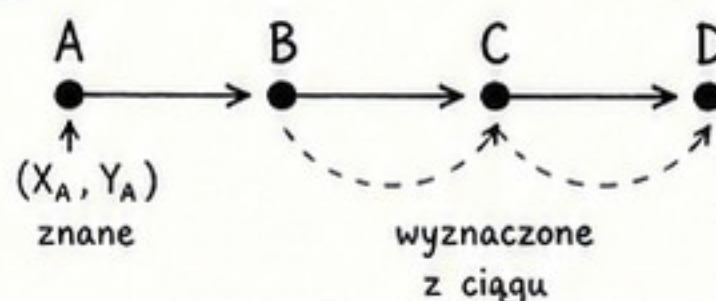


zaczyna i/lub kończy się w punktach znanych

## ⑨ CIĄG JAKO PRZENOSZENIE ORIENTACJI



## ⑩ CIĄG JAKO PRZENOSZENIE WSPÓŁRZĘDNYCH



## ⑪ PRZYROSTY WSPÓŁRZĘDNYCH

$$\Delta X = d \times \cos Az$$

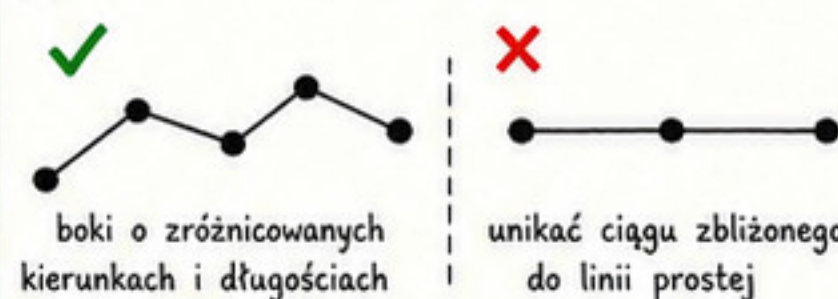
$$\Delta Y = d \times \sin Az$$

Stosujemy jedną spójną konwencję azymutów (np. od północy zgodnie z ruchem wskazówek zegara).

## ⑫ CO DECYDUJE O JAKOŚCI CIĄGU?

- dokładność pomiaru długości i kątów
- dobra widoczność i stabilne stanowiska
- korzystna geometria (unikać linii prostych)
- właściwa kontrola i zamykanie błędów

## ⑬ DOBRA GEOMETRIA



## ⑭ KONTROLA

Sprawdzamy zamknięcie kątowe i liniowe oraz zgodność z punktami znanymi.

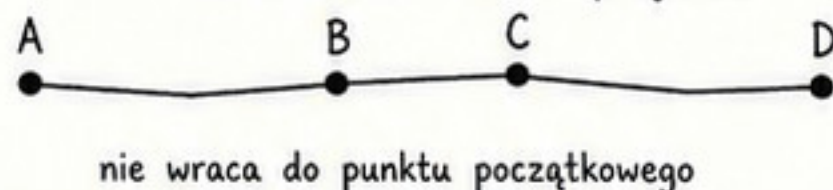
## ⑮ PAMIĘTAJ O NUMERACJI

Numerujemy punkty w kolejności przebiegu ciągu. Nie zmieniaj kolejności w obliczeniach i opracowaniu.



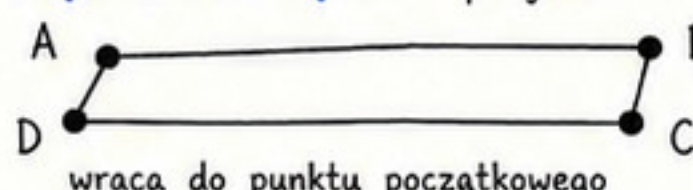
**PAMIĘTAJ:** Ciąg poligonowy pozwala krok po kroku przenosić położenie i orientację przez teren.

### CIĄG OTWARTY – przykład



nie wraca do punktu początkowego

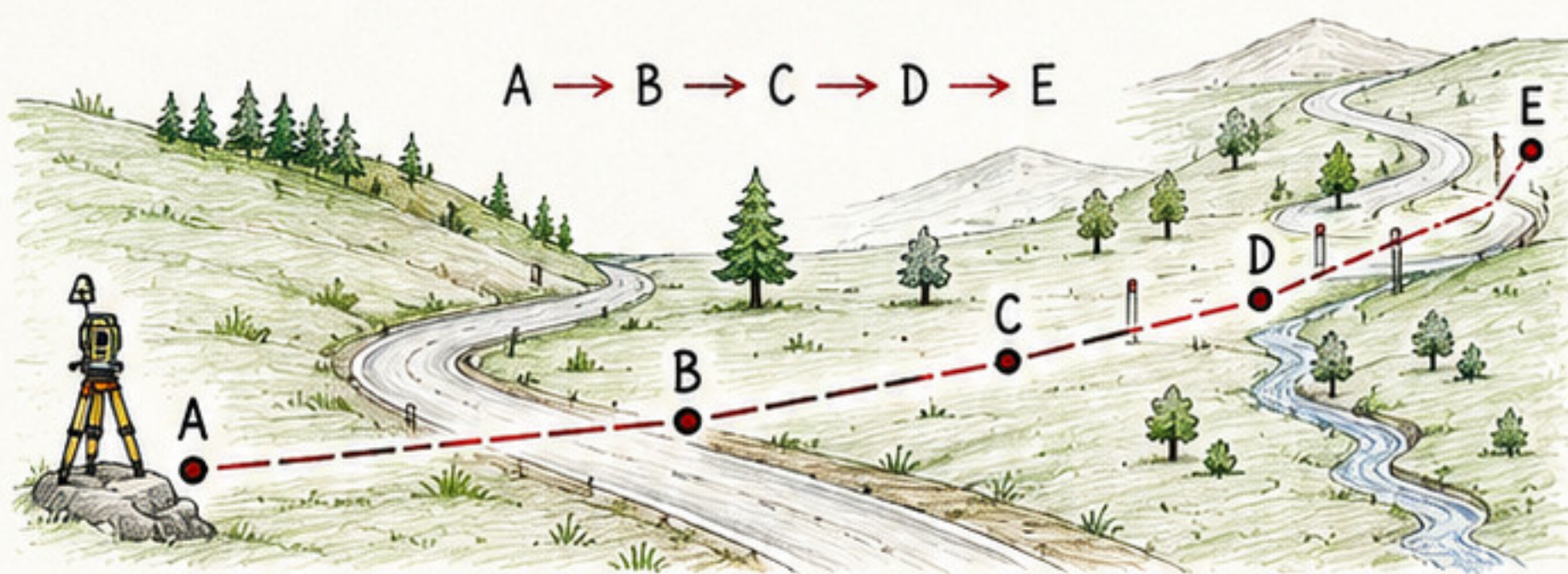
### CIĄG ZAMKNIĘTY – przykład



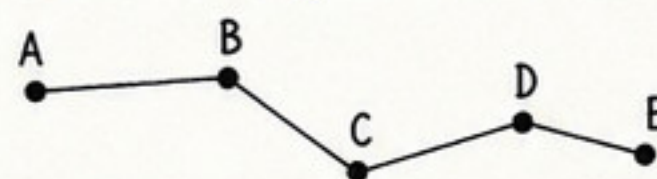
wraca do punktu początkowego



# CIĄG POLIGONOWY OTWARTY

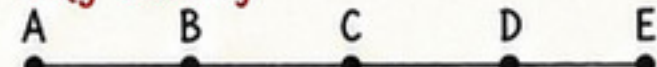


## SCHEMAT CIĄGU OTWARTEGO

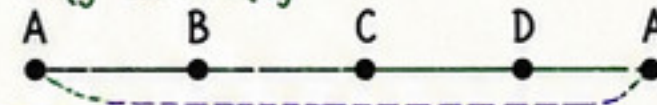


## PORÓWNANIE

### Ciąg otwarty



### Ciąg zamknięty



## 1 CO TO JEST?

Ciąg poligonowy otwarty to ciąg kolejnych pomiarów kątów i odległości między punktami, który nie wraca do punktu początkowego.

## 2 CHARAKTERYSTYKA

- Kolejne boki tworzą linię łamaną,
- Ma znany początek, nieznany koniec.
- Błędy kumulują się w miarę długości.
- Wymaga starannego planowania i kontroli.

## 3 GDZIE STOSUJEMY?

- trasy drogowe
- linie kolejowe
- kanały
- rurociągi
- tunele
- doliny
- korytarze terenowe
- długie inwestycje liniowe

## 4 PRZYKŁAD TERENOWY

$P_1 \rightarrow P_2 \rightarrow P_3 \rightarrow P_4 \rightarrow P_5$

- Tyczka za instrumentem (wstecz) na poprzednim punkcie.
- Tyczka przed instrumentem (w przód) na następnym punkcie.
- Pomiar kąta w poziomie.
- Pomiar długości następnego boku.

## 5 DANE POCZĄTKOWE

Punkt A:

$X_A, Y_A$

Azymut początkowy:

$Az_{AB}$

## 6 OBLICZENIA KROK PO KROKU

1. Wylicz azymut kolejnego boku.
2. Oblicz przyrosty  $\Delta X, \Delta Y$ .
3. Wylicz współrzędne następnego punktu.
4. Kontroluj wartości i zapisuj do dziennika.
5. Powtarzaj dla kolejnych boków.

## 7 PRZYKŁAD IDEOWY

A:

$X = 1000,000 \text{ m}$

$Y = 1000,000 \text{ m}$

$Az_{AB} = 45^\circ$

$d_{AB} = 100,00 \text{ m}$

$\Delta X \approx 70,71 \text{ m}$

$\Delta Y \approx 70,71 \text{ m}$

B:

$X \approx 1070,71 \text{ m}$

$Y \approx 1070,71 \text{ m}$

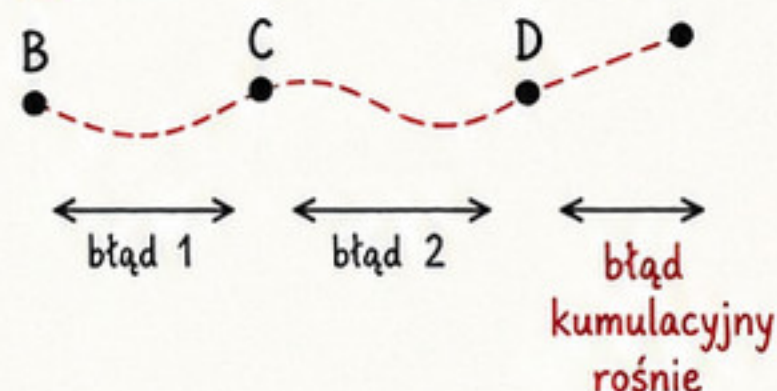
Przykład ma charakter dydaktyczny. Konwencja osi musi pozostać spójna.

## 8 GŁÓWNE OGRANICZENIE

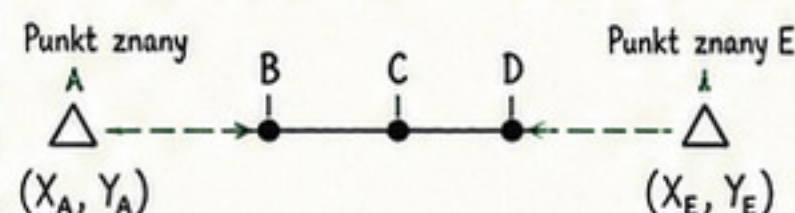
### BRAK NATURALNEGO ZAMKNIĘCIA

Nie ma możliwości bezpośredniego sprawdzenia zgodności końca z początkiem. Kontrola wymaga niezależnych danych lub dodatkowych pomiarów.

## 9 DLACZEGO TO RYZYKOWNE?



## 10 LEPSZY WARIANT — CIĄG NAWIĄZANY OBUSTRONNIE



## 11 KONTROLA W CIĄGU OTWARTYM

- Niezależne pomiary końca (GPS/tachimetr).
- Porównanie z mapą, ortofotomapą, modelem.
- Pomiary powtórzeniowe boków lub kątów.
- Sprawdzenie zgodności z projektem.

## 12 CIĄG SWOBODNIE WISZĄCY

Nie jest nawiązany do punktu końcowego ani do znanego punktu w pobliżu końca.



Stosuj tylko gdy brak jest możliwości nawiązania!

## 13 PROJEKTOWANIE PUNKTÓW

- ✓ stabilny (trwały i niewywolujący osiadań)
- ✓ widoczny (dobra widoczność na sąsiednie)
- ✓ bezpieczny (poza strefą zagrożeń)
- ✓ możliwy do odnalezienia (oznaczenie trwałe)
- ✓ wygodny do centrowania instrumentu



## 14 UNIKAJ

- ✗ punktów na niestabilnym gruncie
- ✗ miejsc zasłoniętych lub chwiejnych
- ✗ długich odcinków bez kontroli
- ✗ braku notatek z odczytów.
- ✗ pomijania sprawdzeń w terenie

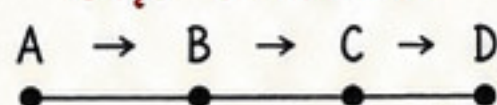
## 15 DZIENNIK TERENOWY — MINIMUM

- data, godzina, pogoda
- nazwy punktów i szkic
- kąty w poziomie
- odległości
- instrument, stałe i poprawki
- uwagi o czasie i terenie

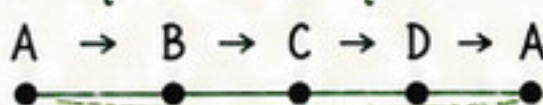


## 16 SZYBKE PORÓWNANIE

### CIĄG OTWARTY:



### CIĄG ZAMKNIĘTY:



Na następnej stronie zobaczysz, dlaczego zamknięcie daje dodatkową możliwość kontroli.



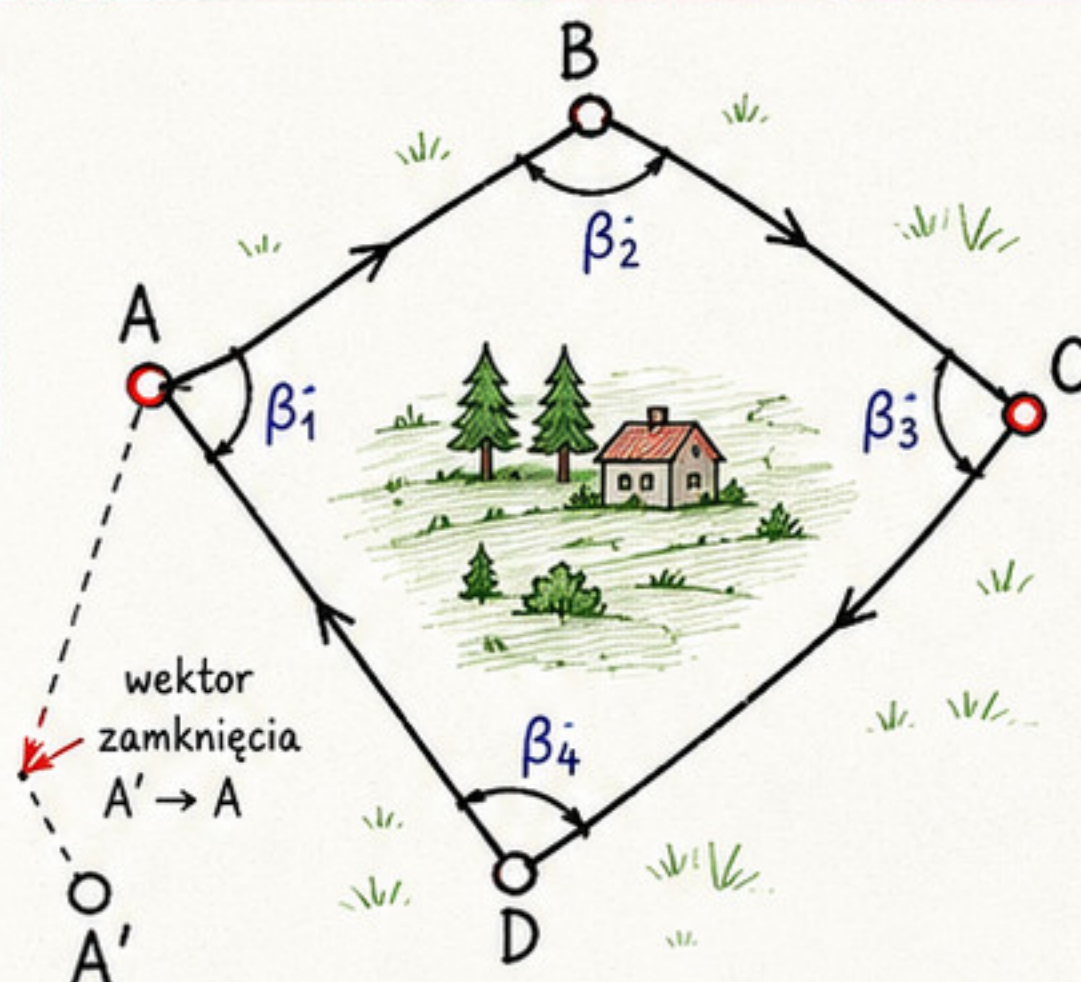
## PAMIĘTAJ:

Ciąg otwarty może być bardzo użyteczny w inwestycjach liniowych, ale jego projekt musi zapewniać możliwie niezależną kontrolę końcowego położenia.



## CO TO JEST?

Ciąg poligonowy zamknięty tworzy zamkniętą figurę, której kolejne boki wracają do punktu początkowego.



## WARUNEK KĄTOWY

$$\Sigma \beta_{\text{teor}} = (n - 2) \times 180^\circ$$

Przykład:

$$n = 4$$

$$\Sigma \beta_{\text{teor}} = (4 - 2) \times 180^\circ$$

$$\Sigma \beta_{\text{teor}} = 360^\circ$$

## CO DAJE ZAMKNIĘCIE?

- możliwość sprawdzenia sumy kątów,
- możliwość sprawdzenia przyrostów współrzędnych,
- obliczenie błędu zamknięcia,
- ocenę jakości całego ciągu,
- możliwość wyrównania dopuszczalnych odchyleń.

## PRZYKŁAD KONTROLI KĄTOWEJ

Zmierzone kąty:

$$\beta_1 = 89^\circ 59' 50''$$

$$\beta_2 = 90^\circ 00' 10''$$

$$\beta_3 = 90^\circ 00' 05''$$

$$\beta_4 = 89^\circ 59' 55''$$

$$\text{Suma: } 360^\circ 00' 00''$$

W tym przykładzie:  $f_\beta = 0$

## GDY SUMA SIĘ NIE ZGADZA

$$\Sigma \beta_{\text{pom}} = 360^\circ 00' 24''$$

$$f_\beta = +24''$$

Wartość błędu porównuje się z dopuszczalnym kryterium dla danej pracy.

## WARUNEK WSPÓŁRZĘDNYCH

$$\Sigma \Delta X = 0$$

$$\Sigma \Delta Y = 0$$

## BŁĄD LINIOWY

$$f_x = \Sigma \Delta X$$

$$f_y = \Sigma \Delta Y$$

$$f = \sqrt{f_x^2 + f_y^2}$$

Przykład:

$$\Sigma \Delta X = +0,025 \text{ m}$$

$$\Sigma \Delta Y = -0,035 \text{ m}$$

$$f = \sqrt{0,025^2 + 0,035^2}$$

$$f \approx 0,043 \text{ m}$$

## CO OZNACZA WEKTOR ZAMKNIĘCIA?

A = położenie oczekiwane

A' = położenie wynikające z pomiaru

$A' \rightarrow A$  = błąd zamknięcia liniowego.



## KOLEJNOŚĆ OBLICZEŃ

- 1) Sprawdź sumę kątów.
- 2) Oblicz błąd kątowy.
- 3) Jeśli jest dopuszczalny – wykonaj korektę zgodnie z metodą.
- 4) Oblicz azymuty boków.
- 5) Oblicz  $\Delta X$  i  $\Delta Y$ .
- 6) Sprawdź zamknięcie współrzędnych.
- 7) Oblicz błąd liniowy.
- 8) Porównaj z tolerancją.
- 9) Wyrównaj zgodnie z właściwą procedurą.

## WYRÓWNANIE – IDEA

Jeżeli błąd jest dopuszczalny, niewielkie odchylenia można rozdzielić pomiędzy obserwacje zgodnie z przyjętą metodą obliczeniową.

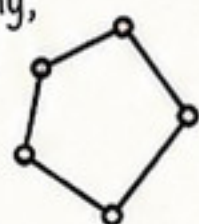


Nie wyrównuj pomiaru, jeśli istnieje podejrzenie błędu grubego.

## CIĄG ZAMKNIĘTY A OTWARTY

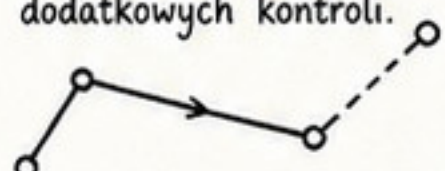
### Zamknięty:

- posiada naturalny warunek kontrolny,
- łatwiejsza ocena jakości.



### Otwarty:

- wymaga niezależnego nawiązania lub dodatkowych kontroli.



## GDZIE STOSUJEMY?

- działki,
- tereny budowy,
- osnowy lokalne,
- niewielkie obszary inwestycyjne,
- pomiary wokół przeszkód,
- obiekty zamknięte geometrycznie.

## DOBRA GEOMETRIA

- ✓ stabilne punkty
- ✓ umiarkowane długości boków
- ✓ czytelne kąty
- ✓ możliwość obserwacji sąsiednich punktów
- ✓ niezależna kontrola



## TYPOWY BŁĄD

Samo matematyczne zamknięcie nie gwarantuje, że wszystkie obserwacje są poprawne. Błędy mogą częściowo się kompensować, dlatego nadal potrzebne są kontrole terenowe.



## PAMIĘTAJ

Największą zaletą ciągu zamkniętego jest możliwość sprawdzenia, czy cały pomiar spełnia znane warunki geometryczne.



## CO TO JEST METODA BIEGUNOWA?

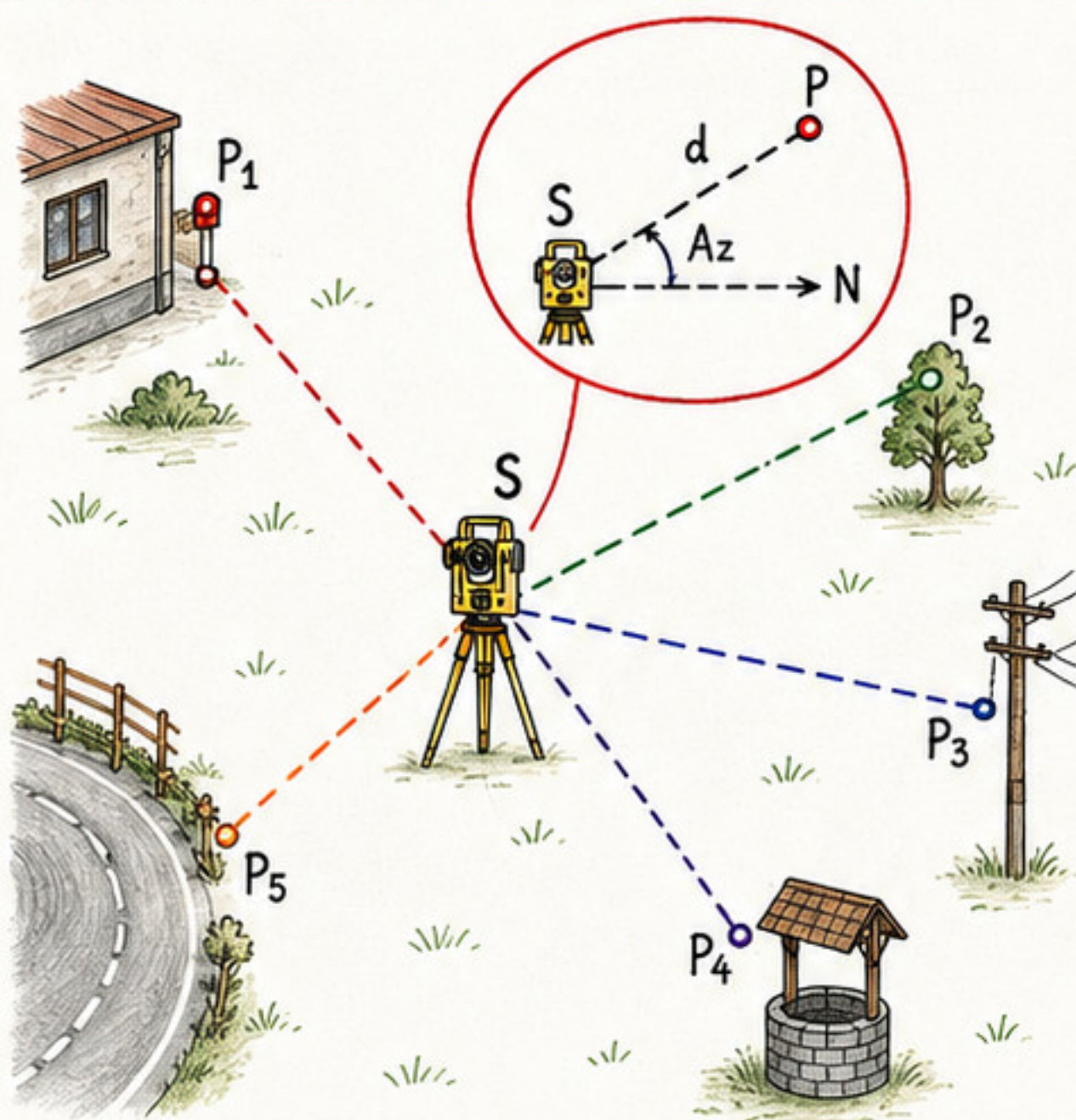
Metoda biegunowa polega na wyznaczeniu położenia punktu na podstawie kierunku i odległości mierzonej ze znanego stanowiska.

## CO MUSI BYĆ ZNANE?

- współrzędne stanowiska S
- orientacja stanowiska
- kierunek odniesienia lub punkt orientacyjny

## CO MIERZYM DO PUNKTU?

- kąt poziomy lub kierunek
- odległość poziomą
- opcjonalnie dane wysokościowe



## PRZYKŁAD

$S(X_S, Y_S)$  – stanowisko  
punkt P – punkt szczegółu  
 $d = 42,50 \text{ m}$   
 $Az = 35^\circ$

$$\Delta X = d \times \cos Az$$

$$\Delta Y = d \times \sin Az$$

Wzory obowiązują dla przyjętej w materiale konwencji osi i azymutu.

## PRZYKŁAD LICZBOWY

$X_S = 1000,000 \text{ m}$   
 $Y_S = 1000,000 \text{ m}$   
 $d = 42,50 \text{ m}$   
 $Az = 35^\circ$

$$\Delta X \approx 34,81 \text{ m}$$

$$\Delta Y \approx 24,38 \text{ m}$$

P:  
 $X_P \approx 1034,81 \text{ m}$   
 $Y_P \approx 1024,38 \text{ m}$

## POMIAR TACHIMETREM

1. ustaw tachimetr na S
2. wprowadź współrzędne
3. wykonaj orientację
4. wyceluj w pryzmat na P
5. wykonaj pomiar kąta i odległości
6. instrument obliczy współrzędne

## CO MOŻNA MIERZYĆ?

- narożniki budynków
- słupy
- studnie
- krawędzie dróg
- ogrodzenia
- drzewa
- punkty charakterystyczne terenu

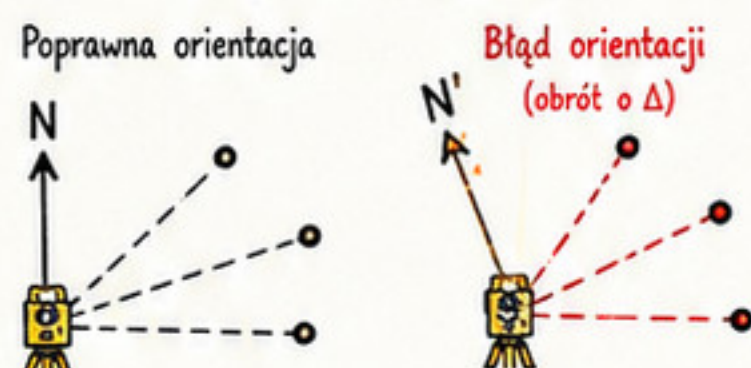
## ZALETY

- ✓ szybka
- ✓ intuicyjna
- ✓ dobrze współpracuje z tachimetrem
- ✓ wiele punktów z jednego stanowiska
- ✓ ogranicza konieczność chodzenia z taśmą

## OGRANICZENIA

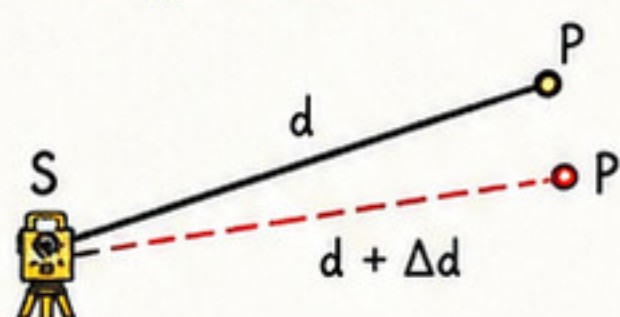
- wymaga widoczności punktu
- zależy od prawidłowej orientacji
- błędne stanowisko wpływa na wszystkie punkty
- błędna wysokość pryzmatu wpływa na dane wysokościowe

## BŁĄD ORIENTACJI



Niewielki błąd orientacji może obracać wszystkie zmierzone punkty wokół stanowiska.

## BŁĄD ODLEGŁOŚCI



Błąd EDM przesunął punkt wzdłuż mierzonego promienia.

## KONTROLA

- pomiar punktu kontrolnego
- powtórzenie wybranych punktów
- pomiar z drugiego stanowiska
- porównanie z istniejącymi wymiarami



## DOBRA PRAKTYKA TERENOWA



Nie mierz dziesiątek punktów po orientacji bez sprawdzenia choć jednego niezależnego punktu kontrolnego.

## MINI-ĆWICZENIE

$S = (500,00; 500,00)$   
 $d = 20,00 \text{ m}$   
 $Az = 90^\circ$

$$\Delta X = 0$$

$$\Delta Y = +20,00$$

$P = (500,00; 520,00)$



## PAMIĘTAJ!

Szczegóły na planie pomagają dokładnie opisać teren i ułatwiają pracę geodezyjną.



**PAMIĘTAJ:** Metoda biegunowa opisuje punkt przez dwa elementy: kierunek i odległość od znanego stanowiska.



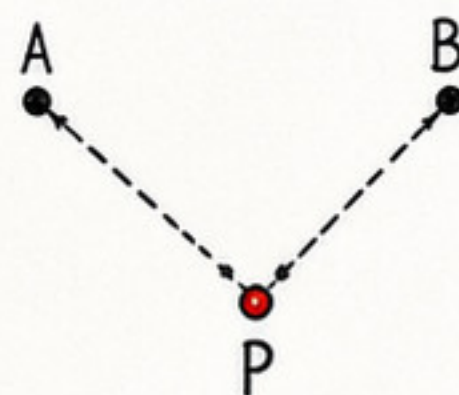
## CO TO JEST WCIĘCIE?

Metoda wcięć pozwala wyznaczyć położenie punktu na podstawie obserwacji wykonanych względem punktów o znanych współrzędnych.



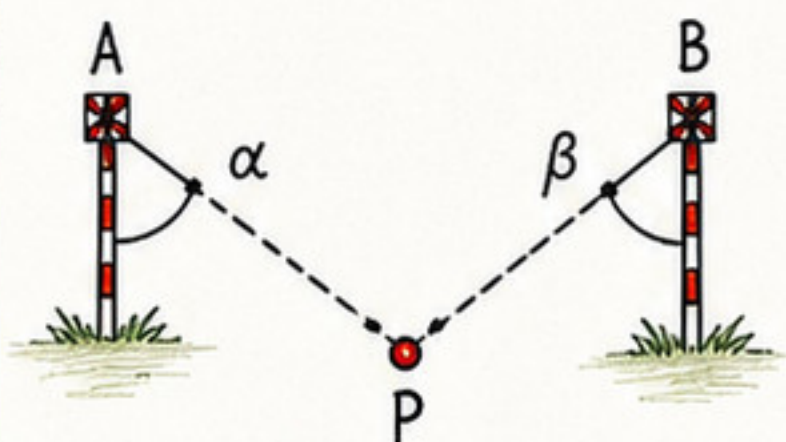
## PODSTAWOWA IDEA

- $A(X_A, Y_A)$
- $B(X_B, Y_B)$
- szukane  $P(X_P, Y_P)$
- położenie P wynika z przecięcia obserwacji z A i B.



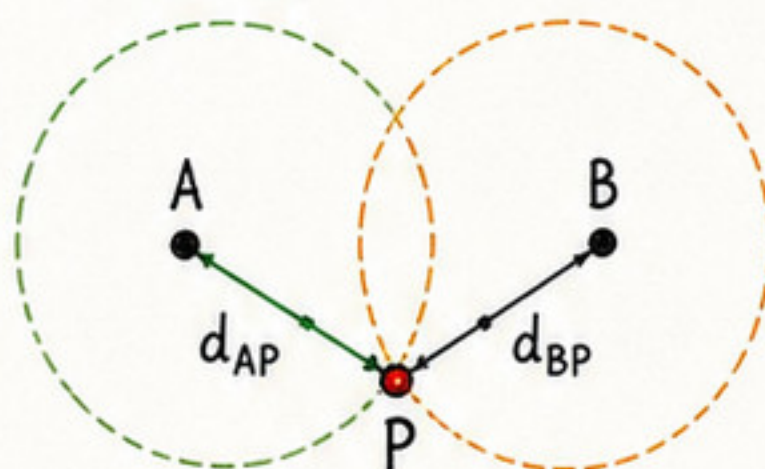
## 1. WCIĘCIE KĄTOWE W PRZÓD

- znane A i B
- mierzymy kąt z A do P i kąt z B do P
- przecięcie kierunków → punkt P.



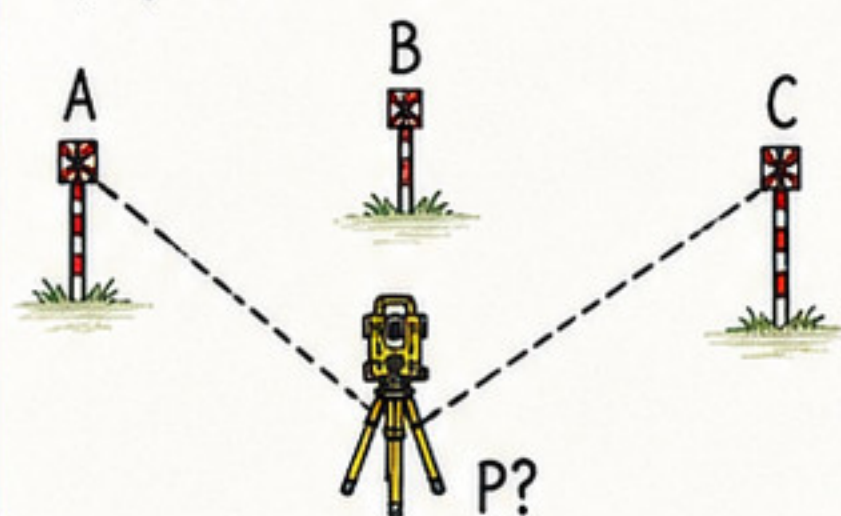
## 2. WCIĘCIE LINIOWE

- znane A i B
- mierzymy  $d_{AP}$  i  $d_{BP}$
- położenie P = przecięcie dwóch okręgów.



## 3. WCIĘCIE KĄTOWE WSTECZ

- instrument stoi na punkcie o nieznanych współrzędnych i obserwuje kilka punktów znanych.
- przykład:  $P \rightarrow A$ ,  $P \rightarrow B$ ,  $P \rightarrow C$ .

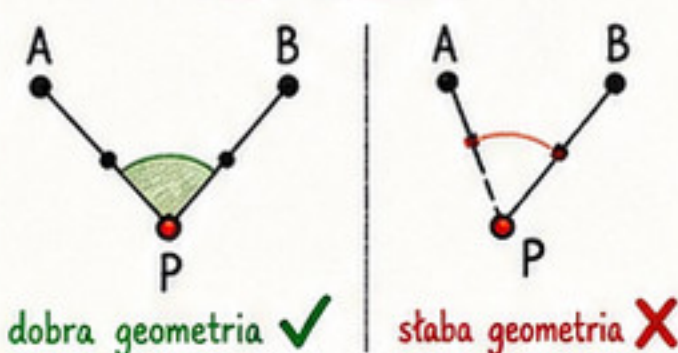


## WCIĘCIE WSTECZ W TACHIMETRZE

Free Station / Resection /  
Wolne stanowisko

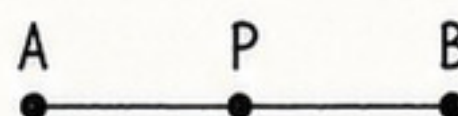
Tachimetr oblicza współrzędne stanowiska na podstawie obserwacji do co najmniej dwóch punktów o znanych współrzędnych (zwykle trzech lub więcej).

## DLACZEGO GEOMETRIA JEST WAŻNA?



Im mniej korzystna geometria przecięcia, tym bardziej małe błędy obserwacji mogą wpływać na współrzędne punktu.

## NAJGORSZY PRZYPADEK



Gdy A, P i B leżą na jednej linii (lub prawie), metoda traci zdolność do wiarygodnego wyznaczenia położenia.

## WCIĘCIE Z NADMIAREM OBSERWACJI

Zamiast tylko 2 punktów, użyj 3 lub 4 punktów znanych.

Korzyści:

- ✓ lepsza kontrola
- ✓ możliwość oceny odchyłek
- ✓ łatwiejsze wykrycie błędnego punktu

## PROCEDURA WOLNEGO STANOWISKA

- 1 Ustaw tachimetr nad punktem przybliżonym.
- 2 Wypoziomuj instrument.
- 3 Wprowadź wysokość instrumentu (HI).
- 4 Obserwuj pierwszy punkt znany.
- 5 Obserwuj drugi punkt znany.
- 6 Dodaj trzeci punkt kontrolny (lub więcej).
- 7 Sprawdź odchyłki współrzędnych.
- 8 Zatwierdź stanowisko dopiero po pozytywnej kontroli.

## ZASTOSOWANIA

- stanowisko bez punktu osnowy
- punkty niedostępne
- budowy
- pomiary wnętrz i hal
- zagęszczanie sieci
- kontrola punktów



## NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

- pomylenie numeru punktu
- słaba geometria
- obserwacja punktów zbyt blisko siebie kierunkowo
- błędna wysokość celu
- brak punktu kontrolnego
- zatwierdzenie stanowiska mimo dużych odchyłek



## PRAKTYCZNA ZASADA



Nie wybieraj punktów tylko dlatego, że są widoczne. Wybieraj je również tak, aby dawały dobrą geometrię.



## PAMIĘTAJ:

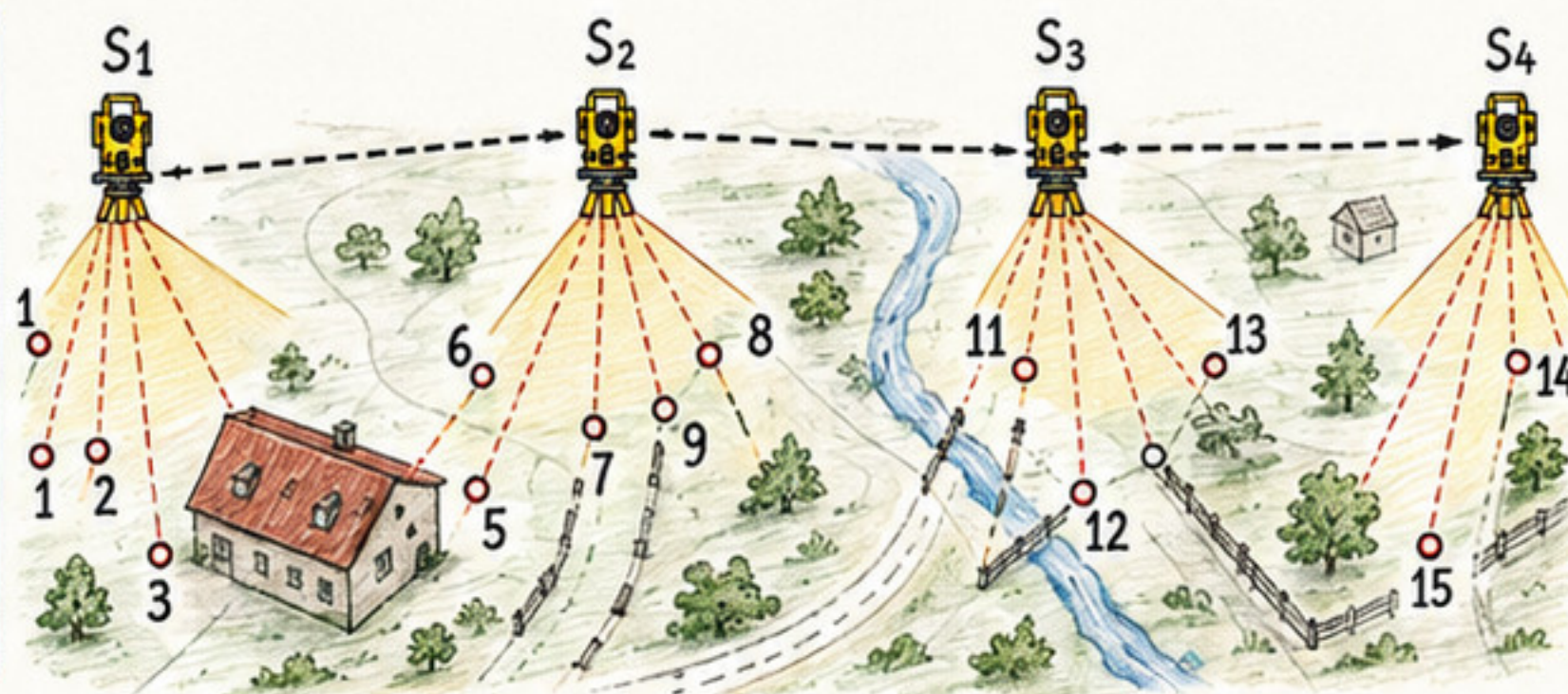
Wcięcie wyznacza punkt przez przecięcie niezależnych obserwacji. Im lepsza geometria i większa kontrola, tym bardziej wiarygodny wynik.





## NA CZYM POLEGA METODA CIĄGÓW?

Metoda ciągów wykorzystuje kolejne, połączone punkty stanowiskowe do prowadzenia pomiaru przez obszar, w którym jedno stanowisko nie zapewnia pełnej widoczności.

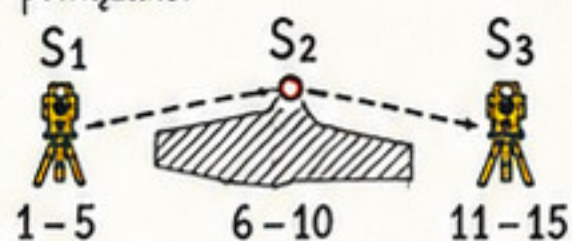


## DLACZEGO ZMIENIAMY STANOWISKO?

- przeszkody terenowe
- duży obszar
- zakręty
- budynki
- ograniczony zasięg
- konieczność zachowania dobrej geometrii

## PRZYKŁAD

budynek zasłania część działki;  
z S1 mierzymy 1-5;  
z S2 punkty 6-10;  
z S3 punkty 11-15;  
pozycje stanowisk są ze sobą powiązane.

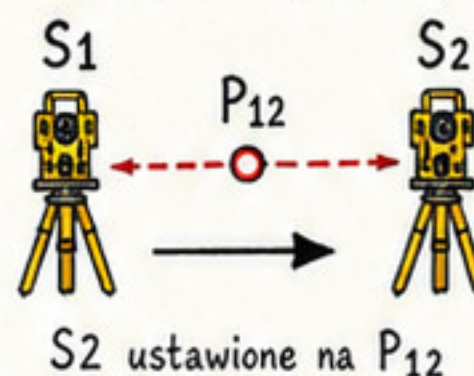


## CO MUSI BYĆ ZACHOWANE?

- ✓ ciągłość orientacji
- ✓ poprawne współrzędne stanowisk
- ✓ jednoznaczne punkty przejściowe
- ✓ kontrola pomiaru
- ✓ spójny układ współrzędnych

## PUNKT PRZEJŚCIOWY

Punkt przejściowy umożliwia przeniesienie stanowiska i orientacji do kolejnego miejsca.



## PROCEDURA

- 1 Załóż S1.
- 2 Wykonaj orientację.
- 3 Zmierz widoczne szczegóły.
- 4 Wyznacz/wykorzystaj punkt następnego stanowiska.
- 5 Przenieś instrument.
- 6 Wykonaj orientację na punkt poprzedni lub znany.
- 7 Skontroluj nowe stanowisko.
- 8 Kontynuuj pomiar.

## METODA CIĄGÓW + METODA BIEGUNOWA

### CIĄG

tworzy stanowiska

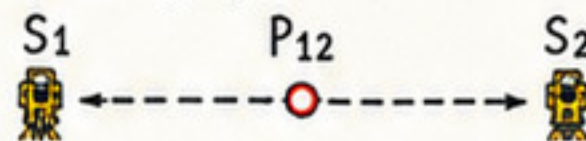
### METODA BIEGUNOWA

mierzy szczegóły z tych stanowisk

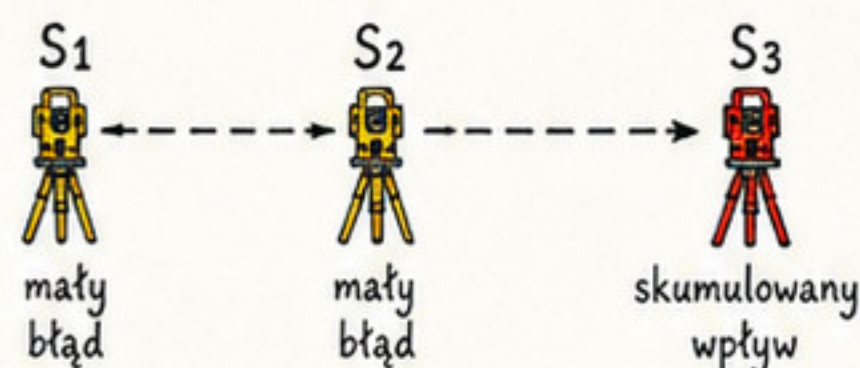
Obie metody często występują **razem**.

## KONTROLA PRZEJŚCIA

- zmierz punkt poprzedni
- sprawdź kierunek
- zmierz znany szczegół
- porównaj wynik



## NARASTANIE BŁĘDÓW



## JAK OGRANICZYĆ KUMULACJĘ?

- ✓ zamknąć ciąg
- ✓ nawiązać do punktu znanego
- ✓ stosować punkty kontrolne
- ✓ wykonywać obserwacje powtarzalne
- ✓ unikać bardzo długich niekontrolowanych ciągów



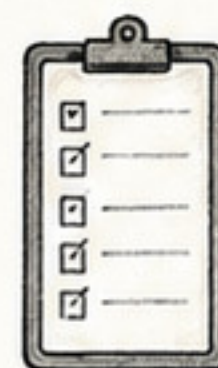
## GDZIE METODA JEST UŻYTECZNA?

- drogi
- korytarze techniczne
- tereny zabudowane
- wnętrza dużych obiektów
- zakłady przemysłowe
- obszary z przeszkodami



## DOKUMENTACJA

- numer stanowiska
- współrzędne
- wysokość instrumentu
- punkt orientacyjny
- lista zmierzonych szczegółów
- uwagi terenowe



## TYPOWE BŁĘDY

- ✗ brak zapisu punktu przejściowego
- ✗ zamiana numerów stanowisk
- ✗ orientacja na zły punkt
- ✗ brak kontroli po przeniesieniu
- ✗ kontynuowanie pracy po wykryciu niezgodności



## PROSTY SCHEMAT ORGANIZACYJNY



– stanowisko tachimetryczne



– punkt szczegółu



– punkt przejściowy

--- ciąg stanowisk

--- promień biegunowy



## PAMIĘTAJ:

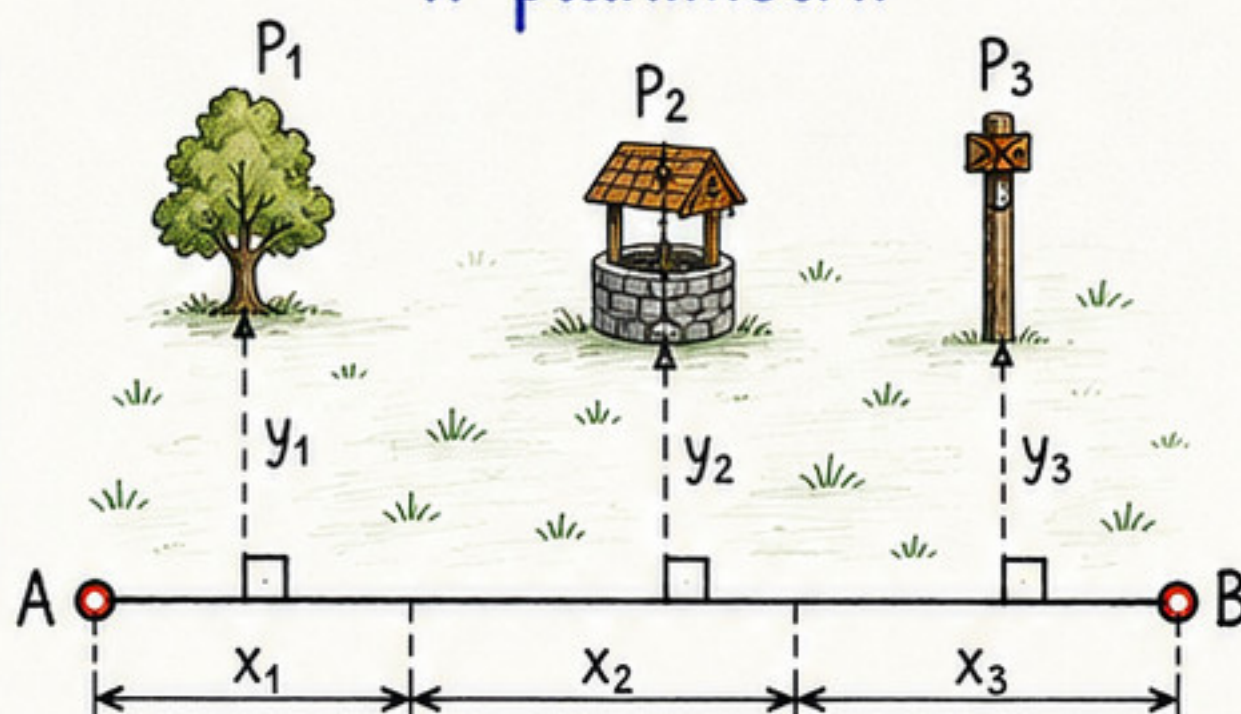
Metoda ciągów pozwala rozciągnąć pomiar na cały teren, ale każde przejście stanowiska musi być kontrolowane.





## ROLA TAŚMY W PLANIMETRII

Taśma miernicza może służyć do bezpośredniego określania długości oraz lokalizowania punktów względem znanych linii i obiektów.



## PODSTAWOWE ZASTOSOWANIA

- długości boków
- domiary prostokątne
- przekątne
- kontrola szerokości
- wymiary budynków
- odległości między szczegółami

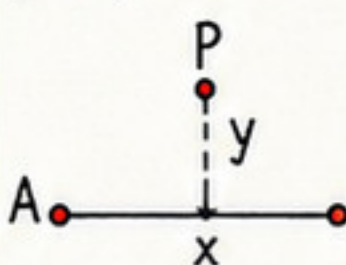
## POMIAR BOKU



$$d_{AB} = 18,42 \text{ m}$$

## DOMIAR PROSTOKĄTNY

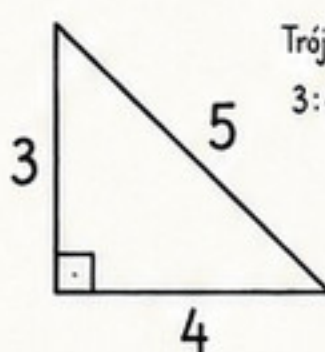
Linia bazowa A-B, punkt P do boku. Mierzmy x wzdłuż A-B i y prostopadle do A-B.



Przykład:  
 $x = 12,30 \text{ m}$   
 $y = 4,15 \text{ m}$

Punkt leży 12,30 m od A i 4,15 m prostopadle do linii bazowej.

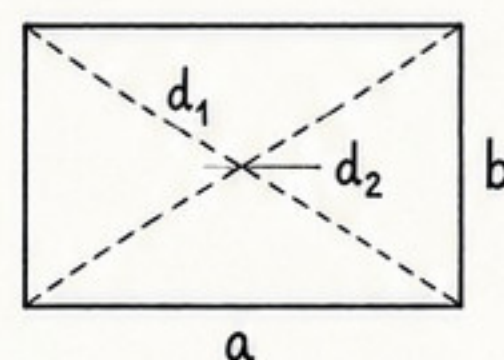
## JAK WYZNACZYĆ KĄT PROSTY?



Trójkąt o bokach w proporcji 3:4:5 tworzy kąt prosty.

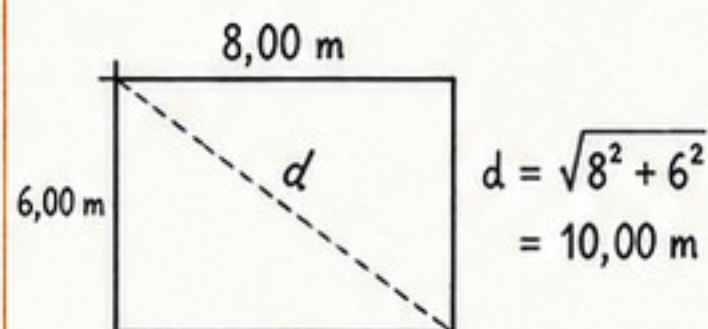
Metoda praktyczna, ale nie zastępuje precyzyjnych metod kątowych tam, gdzie wymagana jest duża dokładność.

## PRZEKĄTNE JAKO KONTROLA



W idealnym prostokącie  $d_1 \approx d_2$ .

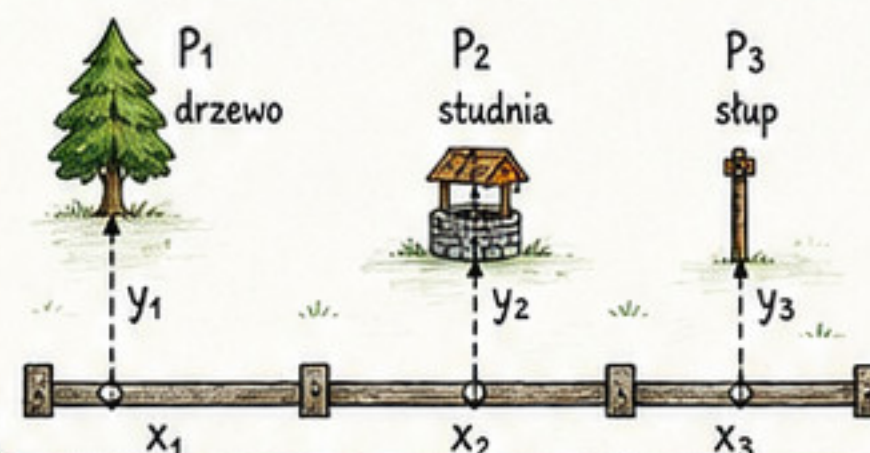
## PRZYKŁAD BUDYNKU



Pomiar przekątnych pozwala sprawdzić geometrię narożników.

## POMIAR KILKU SZCZEGÓŁÓW

Linia ogrodzenia jako linia bazowa. Każdy szczegół opisujemy dwiema odległościami: x + y.



## POMIAR NA NIERÓWNYM TERENIE

Taśma powinna odpowiadać odległości poziomej, jeśli dane trafiają do planu.

Możliwe metody:

- schodkowanie
- redukcja długości skośnej
- użycie instrumentu pomocniczego



## TAŚMA STALOWA / WŁÓKNOWA / KOMPOZYTOWA



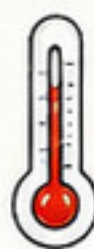
stalowa  
→ dobra stabilność wymiarowa



włóknowa/kompozytowa  
→ lekka i praktyczna

## CO WPŁYWA NA WYNIK?

- napięcie
- zwis
- temperatura
- nachylenie
- ustawienie w osi
- stan taśmy
- błędny odczyt

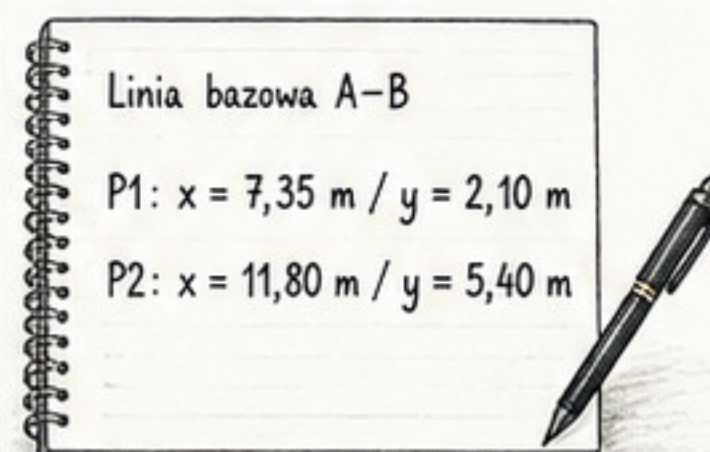


## KONTROLA

- mierz przekątne
- wykonuj powtórny pomiar
- porównuj sumy odcinków
- sprawdzaj zgodność z wymiarami istniejących obiektów



## DZIENNIK



Linia bazowa A-B

P1:  $x = 7,35 \text{ m}$  /  $y = 2,10 \text{ m}$

P2:  $x = 11,80 \text{ m}$  /  $y = 5,40 \text{ m}$



## TYPOWE BŁĘDY

- domiar nie jest prostopadły
- pomiar od innego początku niż zapisano
- zamiana strony lewej/prawej
- użycie długości po stoku
- brak szkicu



## NAJWAŻNIEJSZA ZASADA

Pomiar taśmą bez szkicu bardzo łatwo stracić lub błędnie zinterpretować po powrocie z terenu.

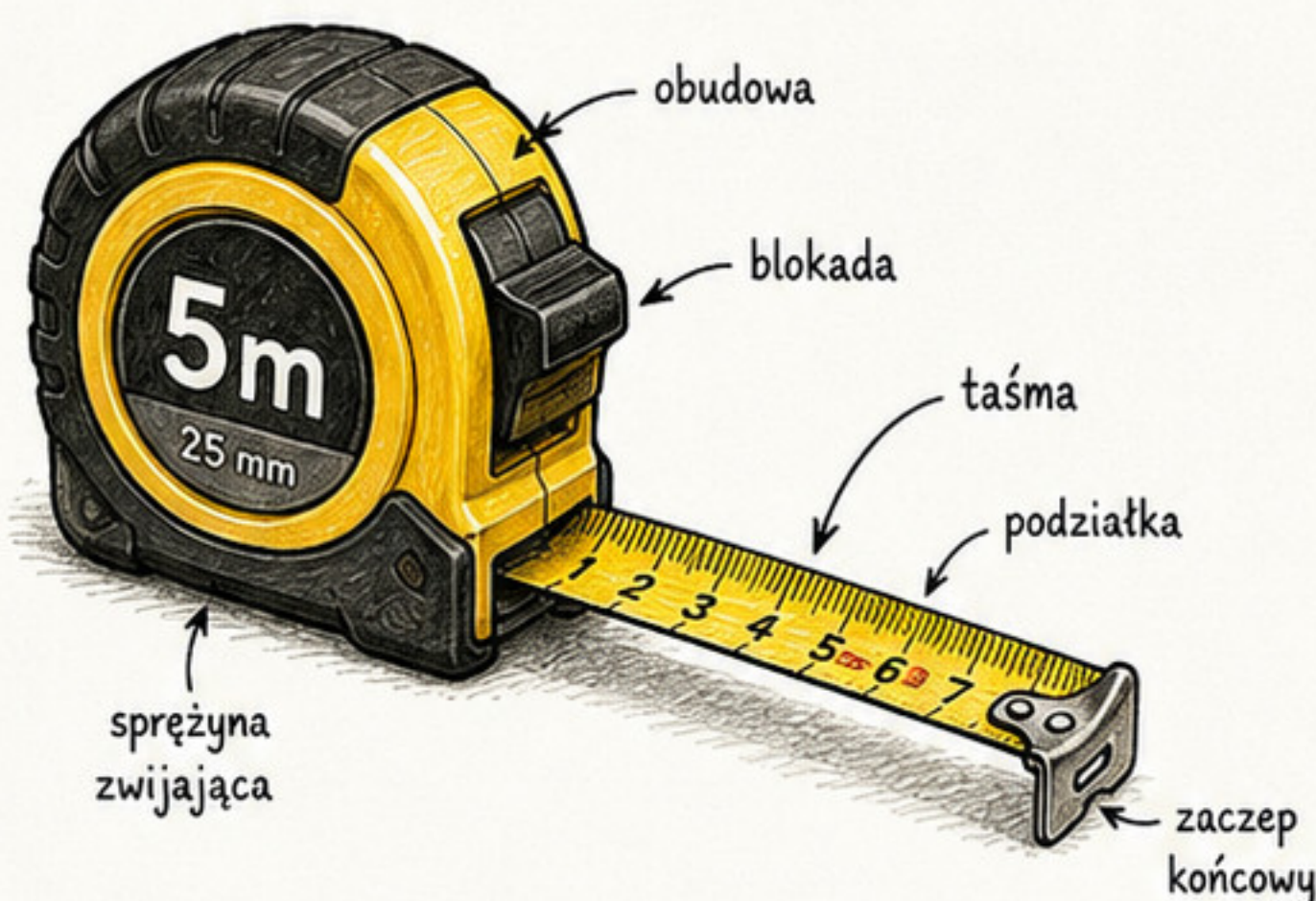


## PAMIĘTAJ

W planimetrii taśma mierzy nie tylko odległość — może również lokalizować szczegóły względem dobrze zdefiniowanej linii bazowej.



# 75 POMIAR PRZYMIAREM ZWIJANYM



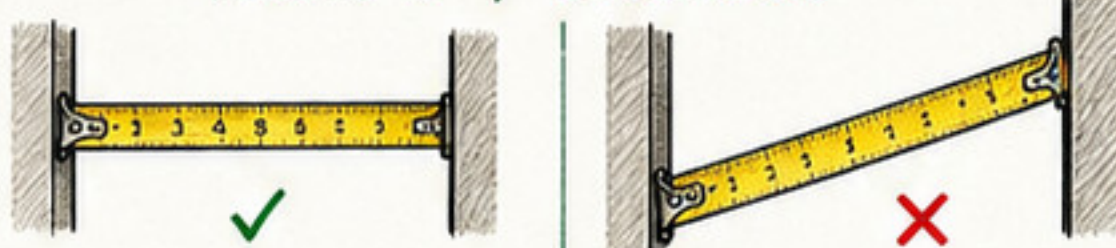
## POMIAR ZEWNĘTRZNY



## POMIAR WEWNĘTRZNY



## PROSTO ✓ / UKOŚNIE ✗



## CO TO JEST PRZYMIAR ZWIJANY?

Przymiar zwijany to kompaktowe narzędzie do bezpośredniego pomiaru krótkich odległości i wymiarów.

## TYPOWE ZASTOSOWANIA

- wymiary otworów
- średnice pośrednie
- szerokości
- kontrola elementów budowlanych
- wysokości
- krótkie domiary
- pomiary szczegółów

## ZACZEP KOŃCOWY

W wielu przymiarach zaczep ma niewielki kontrolowany luz, aby kompensować różnicę pomiędzy pomiarem zewnętrznym i wewnętrznym.

ZEWNĘTRZNY = ZACZEP ZAHACZONY

WEWNĘTRZNY = ZACZEP DOCIŚNIĘTY



## NIE NAPRAWIAJ LUZU NA SIŁĘ

Ruch zaczepu nie zawsze oznacza uszkodzenie. Może być częścią konstrukcji przymiaru.



## POMIAR DŁUGOŚCI

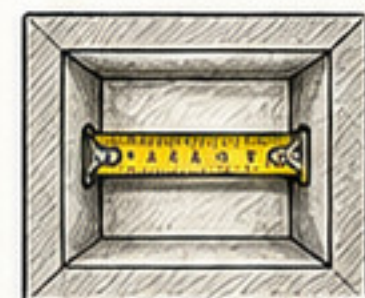
- ustal punkt początkowy
- ustaw zaczep
- rozwiń taśmę w osi
- utrzymaj ją prostą
- zablokuj jeśli potrzeba
- odczytaj wartość przy punkcie końcowym



## POMIAR WEWNĘTRZNY

Wnęka między dwiema ścianami.

- użycie funkcji obudowy
- odpowiednia metoda producenta
- alternatywnie pomiar w dwóch odcinkach



## BŁĄD OD KĄTA



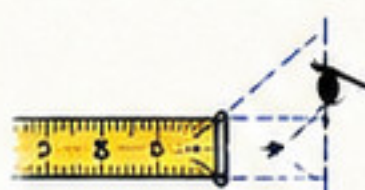
Pomiar po przekątnej daje większą wartość niż rzeczywista szerokość.

## BŁĄD ZWISU



Na dłuższych odcinkach taśma może tworzyć łuk. Odczyt może nie odpowiadać odległości w linii prostej.

## BŁĄD PARALAKSY PRZY ODCZYTCE



Patrz prostopadłe na podziałkę, szczególnie przy małych wartościach.

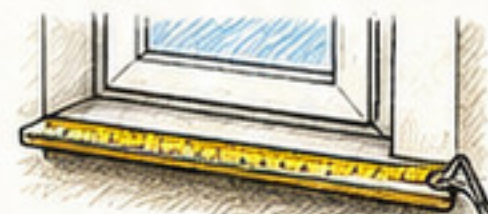
## JEDNOSTKI

- mm – milimetry
- cm – centymetry
- m – metry

Niektóre przymiary mogą mieć dwie skale. Zawsze sprawdź, którą odczytujesz.

## PRZYKŁAD

Długość parapetu = 1,842 m  
Zapis = 1842 mm



Obie wartości opisują tę samą długość.

## KONTROLA PRZYMIARU

- ✓ sprawdź początek podziałki
- ✓ stan zaczepu
- ✓ porównaj z odcinkiem referencyjnym
- ✓ sprawdź czy taśma nie jest załamana



## USZKODZENIA, KTÓRE DYSKWALIFIKUJĄ POMIAR

- pęknięta taśma
- trwale wygięty zaczep
- nieczytelna skala
- silnie załamana taśma
- uszkodzona blokada



## PRZYMIAR ZWIJANY A TAŚMA MIERNICZA

### PRZYMIAR



krótkie, szybkie wymiary.

### TAŚMA



dłuższe odcinki terenowe.

## DOBRA PRAKTYKA



Do pomiarów kontrolnych konstrukcji zapisuj wartości bez zbędnego zaokrąglania i zawsze używaj tej samej jednostki.



## PAMIĘTAJ

Największa dokładność prostego przymiaru zależy od poprawnego początku, właściwego ustawienia i świadomego odczytu.



# 76 POMIAR TEODOLITEM

## ROLA TEODOLITU W PLANIMETRII

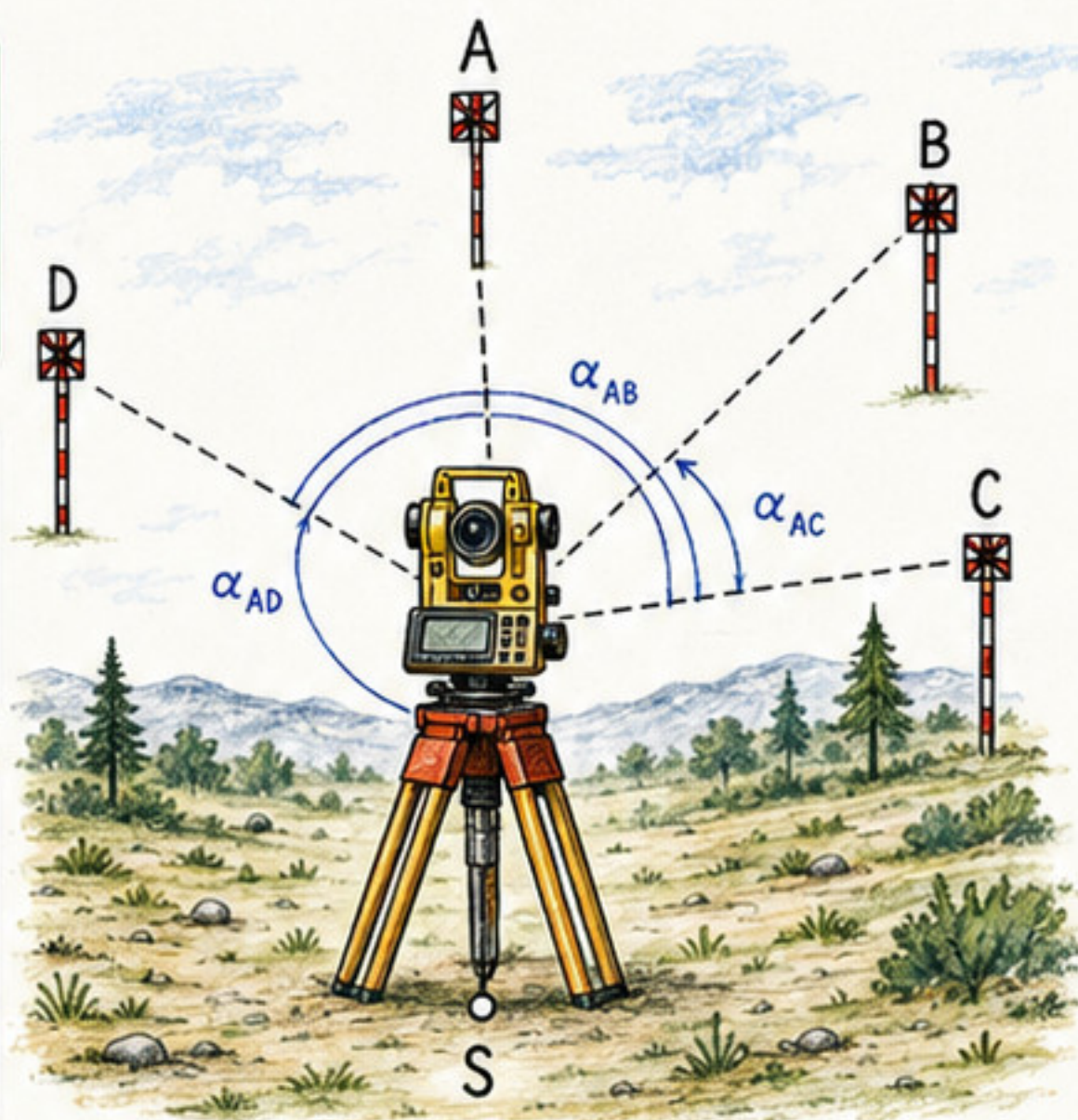
Teodolit dostarcza precyzyjnych obserwacji kątowych potrzebnych do wyznaczania kierunków, osi i położenia punktów.

## CO MIERZY BEZPOŚREDNIO?

- kierunki poziome
- kąty poziome
- kąty pionowe

## CZEGO ZWYKLE NIE MIERZY KLASYCZNY TEODOLIT?

Nie wykonuje pomiaru odległości (EDM) jak tachimetr. Odległości mogą pochodzić z: taśma, osobny dalmierz, znane współrzędne, inne metody.



## PRZYGOTOWANIE STANOWISKA

- 1 Ustaw statyw nad punktem.
- 2 Zamocuj teodolit.
- 3 Wycentrum.
- 4 Wypoziomuj.
- 5 Ustaw ostrość.
- 6 Zidentyfikuj punkt orientacyjny.
- 7 Wykonaj kontrolę.

## POMIAR KIERUNKU

Przykład: S – stanowisko  
A, B – cele

S, A:  $H_{ZA} = 0^\circ 00' 00''$

S, B:  $H_{ZB} = 64^\circ 20' 10''$

Zatem:  $\alpha = 64^\circ 20' 10''$

## POMIAR KILKU KIERUNKÓW

Przykład: S → A, B, C, D  
(orientacja na A =  $0^\circ$ )

A =  $0^\circ 00' 00''$

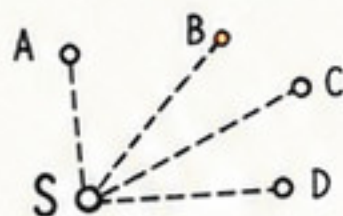
B =  $48^\circ 15' 20''$

C =  $125^\circ 40' 10''$

D =  $231^\circ 05' 40''$

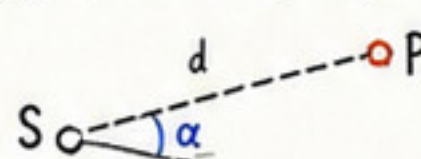
## METODA KIERUNKOWA

Obserwacja serii kierunków względem jednego kierunku odniesienia ułatwia organizację pomiaru i jego kontrolę.



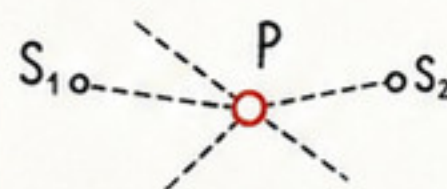
## POŁOŻENIE PUNKTU Z KĄTA I ODLEGŁOŚCI

Znając stanowisko, orientację, kąt (kierunek) i odległość do punktu, możemy obliczyć jego położenie współrzędne.



## POŁOŻENIE PUNKTU Z WCIĘCIA

- wcięcia katowe
- przecięcie kierunków
- określanie osi obiektów



## WYZNACZANIE OSI

Oś budynku A → B.  
Teodolit na A utrzymuje precyzyjny kierunek do B, a następnie wyznacza punkty pośrednie.



## KONTROLA KĄTA PROSTEGO

1. Kierunek bazowy



2. Obrót  $90^\circ$

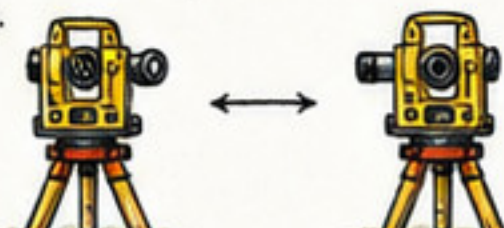


3. Kierunek prostopadły



## DWA POŁOŻENIA LUNETY

W pomiarach wymagających wyższej jakości obserwacji kierunki w dwóch położeniach lunety.



## PRZYKŁAD KONTROLI

Położenie I  $\alpha_1 = 72^\circ 15' 10''$

Położenie II  $\alpha_2 = 72^\circ 15' 14''$   
a po redukcji

Różnica =  $4''$

Porównanie wyników pomaga ocenić powtarzalność obserwacji.

## DZIENNIK POMIAROWY

| Stanowisko | Cel | $H_z$ | V | Uwagi |
|------------|-----|-------|---|-------|
|            |     |       |   |       |
|            |     |       |   |       |
|            |     |       |   |       |
|            |     |       |   |       |

## NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

- instrument nie stoi nad punktem
- brak orientacji
- pomyłony cel
- źle zapisany kierunek
- brak jednostki
- zbyt gruba tyczka obserwowana z krótkiej odległości



## KIEDY TEODOLIT JEST WYSTARCZAJĄCY?

- gdy liczą się głównie kierunki
- przy tyczeniu osi
- w prostych układach kątowych
- gdy odległości mierzy się innym sposobem.



## KIEDY TACHIMETR JEST WYGODNIEJSZY?

Gdy oprócz kątów potrzebujesz szybkiego pomiaru odległości i automatycznego obliczenia współrzędnych.



## PAMIĘTAJ

Teodolit daje bardzo dokładny kierunek. Aby wyznaczyć pełne położenie punktu, trzeba połączyć go z odpowiednimi danymi liniowymi lub geometrycznymi.





Pomiar tachimetrem łączy kąt, odległość i dane stanowiska, dzięki czemu współrzędne punktu mogą być obliczane bezpośrednio w terenie.



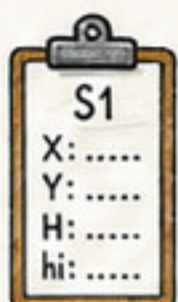
## 1. USTAWIENIE

- stabilny statyw
- właściwy punkt
- poprawne centrowanie
- dokładne poziomowanie



## 2. STANOWISKO

- numer stanowiska
- X, Y, H
- wysokość instrumentu hi



## 3. ORIENTACJA

- punkt o znanych współrzędnych
- numer punktu
- wysokość celu
- właściwy typ przyrządu



## 4. KONTROLA

Po orientacji zmierz punkt kontrolny.  
Jeśli wynik zgodny z wymaganiami  
→ zaczynaj pracę.  
Jeśli nie → szukaj przyczyny.



## 5. POMIAR PUNKTU

- 1 Operator przyrządu ustawia tyczkę.
- 2 Operator tachimetru wybiera numer punktu.
- 3 Wpisuje kod.
- 4 Celuje.
- 5 Wykonuje pomiar.
- 6 Kontroluje wyniki i zapisuje punkt.



## 6. EKSPORT DANYCH

- zakończ zadanie w kontrolerze
- wykonaj eksport
- sprawdź poprawność pliku



## 8. (powtarzaj według potrzeb)

- kolejne stanowisko
- ścieżki pomiarowe
- nowe obiekty



## PRZYKŁAD EKRANU



## KODOWANIE PUNKTÓW

Kod określa rodzaj obiektu i ułatwia przetwarzanie danych.

Przykłady kodów:

- BUD\_NAR – narożnik budynku
- KRAW\_DROGI – krawęż drogi
- SLUP – słup
- STUD – studnia
- OGR – ogrodzenie

System kodów powinien być prosty i konsekwentny.

## POMIAR LINII

Przykład: krawęż drogi.

P1 → P2 → P3 → P4

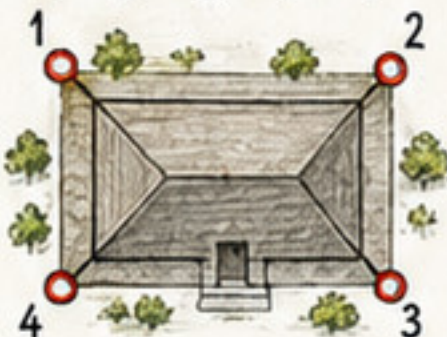
Wszystkie punkty z tym samym kodem linii.



## POMIAR OBIEKTU ZAMKNIĘTEGO

Przykład: narożniki budynku.

1 → 2 → 3 → 4 → 1



Pamiętaj o:

- ✓ kompletności
- ✓ kolejności
- ✓ czy żaden narożnik nie został pominięty

## PRYZMAT CZY BEZLUSTROWO?

Pryzmat



- standardowe punkty terenowe
- dobra kontrola celu

Bezlustrowo



- elewacje
- miejsca niedostępne
- punkty wysoko na obiekcie

## WYSOKOŚĆ PRYZMATU

Jeżeli operator zmienia wysokość tyczki, musi poinformować operatora instrumentu przed zapisaniem kolejnego punktu.



hp MUSI BYĆ AKTUALNE.

## KONTROLA W TRAKCIE PRACY

- ponownie obserwuj punkt orientacyjny
- sprawdź libellę
- sprawdź centrowanie
- zmierz punkt kontrolny



## ZMIANA STANOWISKA

- zapisz wszystkie dane
- utwórz punkt przejściowy
- zanotuj wysokości
- upewnij się co do sposobu orientacji z nowego stanowiska



## PO ZAKOŃCZENIU

- zmierz punkt kontrolny
- zamknij zadanie
- wykonaj eksport
- utwórz kopię danych
- zapisz uwagi terenowe

## NAJGROŹNIEJSZE BŁĘDY

- ✗ pomiar do niewłaściwego przyrządu
- ✗ nieaktualna hp
- ✗ błędny kod
- ✗ zły numer punktu
- ✗ brak punktu kontrolnego
- ✗ pominięty szczegół
- ✗ kontynuacja pracy po naruszeniu statywu



## KONTROLA KOMPLETNOŚCI

- ✓ wszystkie narożniki
- ✓ wszystkie krawędzie
- ✓ obiekty punktowe
- ✓ punkty wysokościowe
- ✓ kontrolę stanowiska
- ✓ eksport danych



**PAMIĘTAJ:** Dobry pomiar tachimetrem to nie seria kliknięć MEAS – to uporządkowany proces stanowiska, orientacji, kodowania i kontroli.



1. CO TO JEST  
DZIENNIK POLOWY?

Dziennik polowy to uporządkowany zapis informacji powstających podczas pomiaru terenowego.



## 2. PO CO GO PROWADZIĆ?

- ① dokumentacja przebiegu pracy
- ② możliwość odtworzenia stanowiska
- ③ kontrola danych
- ④ zapis nietypowych sytuacji
- ⑤ wsparcie opracowania biurowego
- ⑥ wykrywanie pomyłek

3. CO POWINNO ZNALEŹ  
SIĘ NA POCZĄTKU?

- nazwa projektu
- data
- lokalizacja
- zespół
- instrument
- numer seryjny
- pogoda
- jednostki
- układ współrzędnych



## 4. DANE STANOWISKA

ST01

X = 5421,250 m

Y = 3187,640 m

H = 126,480 m

h<sub>i</sub> = 1,623 m

Orientacja OR01

h<sub>p</sub> 2,000 m

## 5. PRZYKŁADOWA TABELA

| Pkt | Cel/Kod | Hz         | HD     | H/Δh    | Uwagi         |
|-----|---------|------------|--------|---------|---------------|
| 101 | BUD_NAR | 123°14'25" | 24,567 | 126,982 | narożnik NW   |
| 102 | BUD_NAR | 213°42'10" | 25,312 | 126,877 | narożnik NE   |
| 103 | SLUP    | 305°07'35" | 18,943 | 127,156 | słup betonowy |
| ... | ...     | ...        | ...    | ...     | ...           |

## 6. NIE ZAPISUJ TYLKO LICZB

- punkt zasłonięty przez samochód
- pomiar bezlustrowy
- zmiana h<sub>p</sub> na 1,800 m
- stanowisko naruszone — wykonano ponowną kontrolę



## 7. ZMIANA WYSOKOŚCI PRYZMATU

10:35

h<sub>p</sub> = 2,000 m → 1,800 m

Zmiana musi być jednoznacznie odnotowana.

## 8. PUNKTY KONTROLNE

Co zapisać:

- ✓ nazwa punktu
- ✓ wartość znana
- ✓ wartość zmierzona
- ✓ różnica
- ✓ decyzja

Przykład: K1

ΔX = +0,004 m

ΔY = -0,006 m

Wynik: zaakceptowano zgodnie z kryterium zadania.

## 9. SZKIC STANOWISKA



## 10. POGODA I WARUNKI

- silny wiatr
- wysoka temperatura
- deszcz
- ograniczona widoczność
- duży ruch
- silne drgania



## 11. ZAPIS KOREKT I USTAWIEŃ

- ✓ stała pryzmatu
- ✓ tryb EDM
- ✓ jednostka kąta
- ✓ metoda orientacji
- ✓ źródło korekt GNSS — jeśli dotyczy



## 12. BŁĘDY W DZIENNIKU

- ① nie usuwaj wpisu tak, by stał się nieczytelny
- ② oznacz błąd
- ③ wpisz poprawną wartość
- ④ zachowaj możliwość prześledzenia zmiany



## 13. NUMERACJA

Nie używaj jednego numeru dla dwóch różnych punktów.

Dobra praktyka:

- spójne zakresy numerów
- jasne kody obiektów
- unikalne stanowiska



## 14. PAPIER + ELEKTRONIKA

Pliki cyfrowe zapisują obserwacje, ale kontekst terenowy często pozostaje tylko w dzienniku.



krótki dziennik + plik cyfrowy = pełniejsza dokumentacja

## 15. PO ZAKOŃCZENIU DNIA

- ① sprawdź kompletność
- ② zgraj dane
- ③ porównaj liczbę punktów z notatkami
- ④ zapisz ostatni punkt kontrolny
- ⑤ zrób kopię
- ⑥ dopisz nierozwiązane problemy



## 16. DOBRA PRAKTYKA



Pisz tak, aby inna osoba mogła zrozumieć pomiar bez obecności autora notatek.

## 17. DODATKOWE UWAGI (MIEJSCE NA NOTATKI)



## PAMIĘTAJ:

Dziennik polowy jest pamięcią pomiaru — powinien przechowywać nie tylko wyniki, ale także kontekst ich powstania.





# 79 SZKIC TOPOGRAFICZNY

## CO TO JEST SZKIC TOPOGRAFICZNY?

Szkic topograficzny to uproszczone przedstawienie sytuacji terenowej wykonywane w czasie lub bezpośrednio po pomiarze.

## NAJWAŻNIEJSZY CEL

Szkic ma pokazać, co zostało zmierzone, jak obiekty są ze sobą powiązane i który numer punktu odpowiada konkretnemu szczegółowi.

## SZKIC NIE JEST PLANEM KOŃCOWYM

Szkic nie musi mieć dokładnej skali kartograficznej. Ważne, aby zachował logiczne proporcje, kierunki i relacje przestrzenne między obiektami.

dobrze ✓

źle ✗

## CO POWINIEN ZAWIERAĆ?

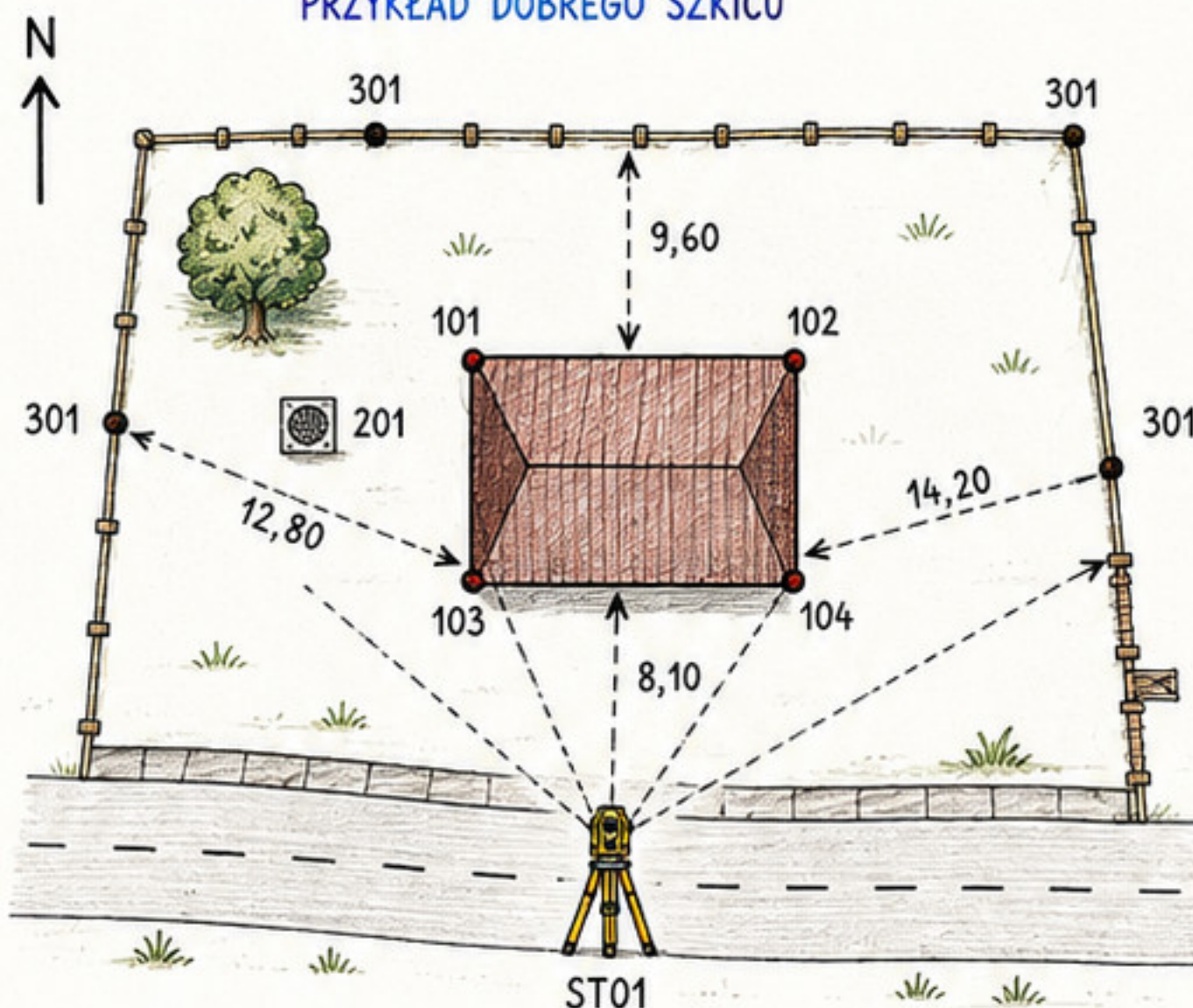
- kierunek północy
- stanowiska
- punkty
- numery punktów
- budynki, drogi, granice, ogrodzenia
- szczegóły terenowe
- linie pomiarowe
- opisy
- wybrane wymiary

## SYMBOLE

- punkt pomiarowy
- drzewo
- studnia
- ogrodzenie
- droga
- budynek

Jeśli używasz niestandardowych symboli, wyjaśnij je na szkicu.

## PRZYKŁAD DOBREGO SZKICU



## KIERUNEK PÓŁNOCY



Zawsze zaznacz orientację szkicu.

## NUMERACJA PUNKTÓW

- 101 — narożnik budynku
- 102 — narożnik budynku
- 201 — studnia
- 301 — słup

Każdy numer powinien pojawiać się obok właściwego punktu na szkicu.

## PRZYKŁAD ZŁEGO SZKICU

- ✗ brak północy
- ✗ brak numerów
- ✗ przecinające się opisy
- ✗ nie wiadomo do czego należy wymiar
- ✗ brak informacji o stanowisku

## LINIE POMIAROWE

Pokaż domiary, kierunki z tachimetru, linie bazowe i ciąg stanowisk.

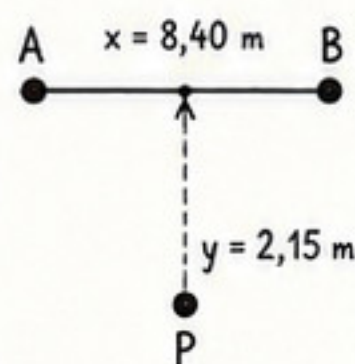
Nie rysuj wszystkich promieni, jeśli szkic staje się nieczytelny.

## WYMIARY KONTROLNE

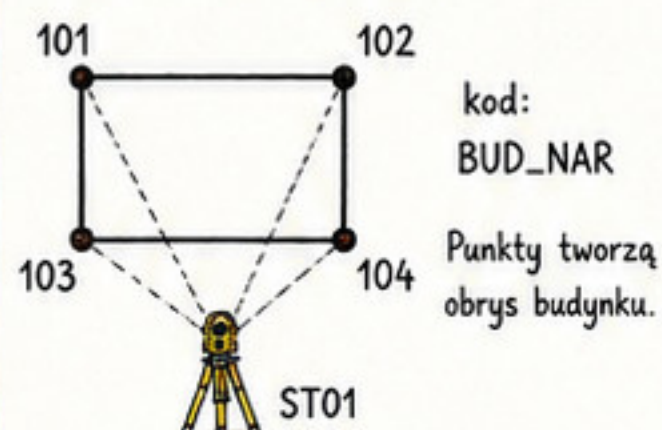
- długość elewacji
- szerokość drogi
- przekątna budynku
- odległość od granicy

Wymiar kontrolny może pomóc wykryć błąd w opracowaniu biurowym.

## SZKIC DOMIARÓW



## SZKIC TACHIMETRYCZNY



kod:  
BUD\_NAR

Punkty tworzą  
obrys budynku.

## SZKIC ZMIANY STANOWISKA



## OPIS TEKSTOWY

- ogrodzenie metalowe
- punkt na krawężniku
- studnia pod pokrywą
- narożnik niewidoczny — pomiar pośredni

## HIERARCHIA CZYTELNOŚCI

- obiekty główne — grubsza linia
- linie pomocnicze — cienka
- punkty — wyraźne symbole
- numery — małe, ale czytelne
- uwagi — w wolnej przestrzeni

## NIE PRZEŁADOWUJ

Jeśli szkic robi się zbyt gęsty, utwórz drugi szkic szczegółowy zamiast wciskać wszystko na jedną kartę.

## KONTROLA PRZED ZAKOŃCZENIEM POMIARU

- ✓ północ zaznaczona
- ✓ wszystkie punkty ponumerowane
- ✓ numery zgodne z instrumentem
- ✓ obiekty podpisane
- ✓ stanowiska zaznaczone
- ✓ wymiary kontrolne zapisane
- ✓ brak niejasnych skrótów

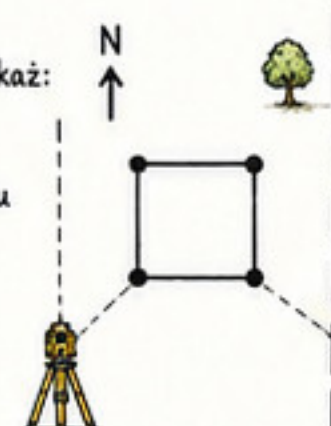
## SZKIC + DZIENNIK + PLIK



## ĆWICZENIE

Na podstawie mini-szkicu wskaż:

- 1 punkt stanowiska
- 2 cztery narożniki budynku
- 3 kierunek północy
- 4 linię granicy
- 5 dwa wymiary kontrolne



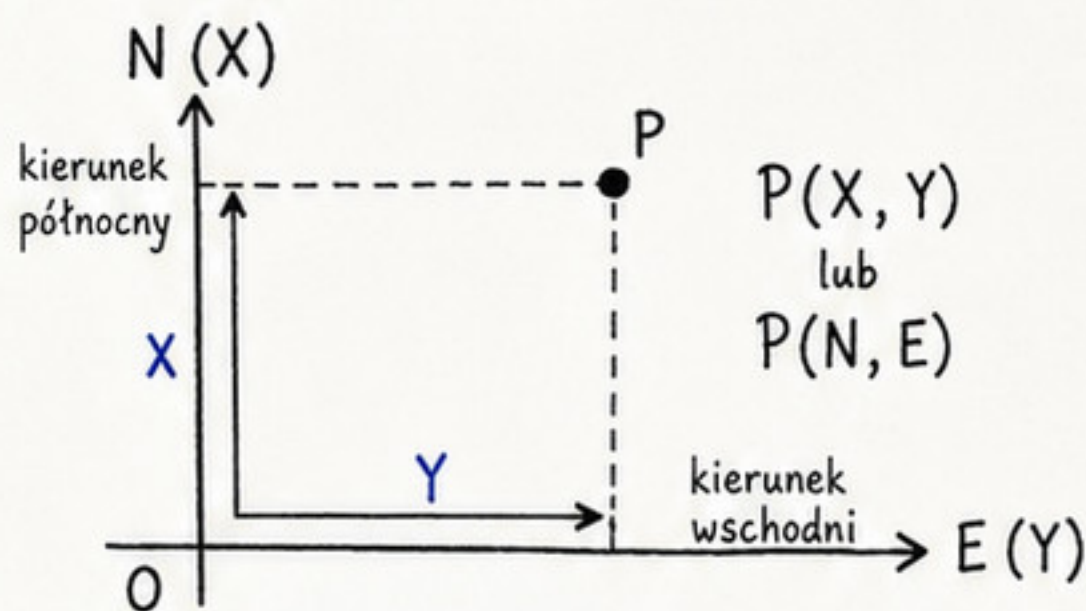
**PAMIĘTAJ:** Dobry szkic nie musi być artystyczny. Musi być jednoznaczny, logiczny i możliwy do odczytania przez inną osobę.



# 80 WSPÓŁRZĘDNE PROSTOKĄTNE

## CO TO SĄ WSPÓŁRZĘDNE PROSTOKĄTNE?

Współrzędne prostokątne opisują położenie punktu na płaszczyźnie za pomocą dwóch prostopadłych osi.



## OZNACZENIA OSI — BARDZO WAŻNE!

W różnych układach współrzędnych osie X/Y mogą być przypisane różnie.

Zawsze sprawdzaj: która współrzędna oznacza kierunek północny, która wschodni, jaka jest kolejność oraz jednostka miary.

## W TYM MATERIALE

X — kierunek północny

Y — kierunek wschodni

Az — azymut liczony od północy, zgodnie z ruchem wskazówek zegara (w stopniach).

$$\Delta X = d \times \cos Az$$

$$\Delta Y = d \times \sin Az$$

## PRZYRÓST WSPÓŁRZĘDNYCH

$$\Delta X_{AB} = X_B - X_A$$

$$\Delta Y_{AB} = Y_B - Y_A$$

## ZNAKI PRZYRÓSTÓW

| Ćwiartka        | $\Delta X$ | $\Delta Y$ |
|-----------------|------------|------------|
| NE (płn.-wsch.) | +          | +          |
| SE (płd.-wsch.) | -          | +          |
| SW (płd.-zach.) | -          | -          |
| NW (płn.-zach.) | +          | -          |

## OBLICZANIE NOWEGO PUNKTU

$$X_B = X_A + \Delta X_{AB}$$

$$Y_B = Y_A + \Delta Y_{AB}$$

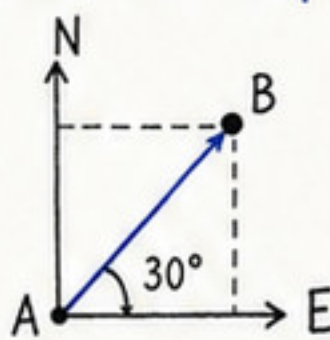
## PRZYKŁAD 1 — ĆWIARTKA NE (płn.-wsch.)

$$A: X_A = 1000,000 \text{ m}$$

$$Y_A = 500,000 \text{ m}$$

$$Az_{AB} = 30^\circ$$

$$d_{AB} = 100,00 \text{ m}$$



$$\Delta X \approx +86,603 \text{ m}$$

$$\Delta Y = +50,000 \text{ m}$$

$$B: X_B = 1086,603 \text{ m}$$

$$Y_B = 550,000 \text{ m}$$

### KONTROLA ĆWIARTKI

$Az = 30^\circ \rightarrow$  NE, oczekujemy:  
 $\Delta X$  dodatnie,  $\Delta Y$  dodatnie.

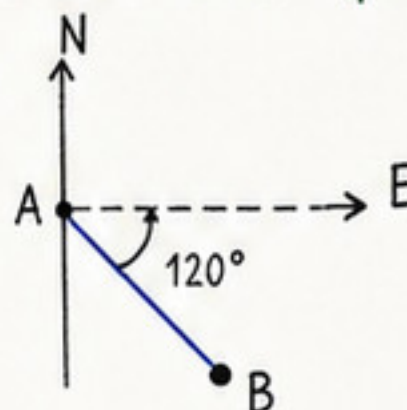
## PRZYKŁAD 2 — ĆWIARTKA SE (płd.-wsch.)

$$A: X_A = 1000,000 \text{ m}$$

$$Y_A = 500,000 \text{ m}$$

$$Az_{AB} = 120^\circ$$

$$d_{AB} = 50,00 \text{ m}$$



$$\Delta X = -25,000 \text{ m}$$

$$\Delta Y \approx +43,301 \text{ m}$$

Współrzędna północna zmniejsza się, a wschodnia zwiększa.

## ODLEGŁOŚĆ Z PRZYRÓSTÓW

$$d = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

Przykład:

$$\Delta X = 30 \text{ m}, \Delta Y = 40 \text{ m}$$

$$d = 50 \text{ m}$$

## DLACZEGO WSPÓŁRZĘDNE SĄ TAK WAŻNE?

- jednoznaczny zapis punktów
- obliczanie odległości
- obliczanie kierunków
- tyczenie
- tworzenie planów
- łączenie danych z różnych pomiarów

## WSPÓŁRZĘDNE LOKALNE I PAŃSTWOWE

Układy lokalne są zakładane w małym obszarze (np. inwestycja).  
Układy państwowe (np. PL-2000) pokrywają cały kraj i umożliwiają łączenie danych z różnych źródeł oraz porównywalność wyników.

## TYPOWE BŁĘDY

- zamiana X i Y
- zamiana N i E
- błędne znaki przyrostów
- kalkulator w radianach zamiast stopni
- niewłaściwy azymut
- mieszanie układów
- zbyt wczesne zaokrąglanie

## PROCEDURA BEZPIECZEŃSTWA OBLICZEŃ

- 1 narysuj kierunek
- 2 ustal ćwiartkę
- 3 przewidź znaki przyrostów
- 4 wykonaj obliczenia
- 5 porównaj znaki z przewidywaniem
- 6 zapisz współrzędne nowego punktu

## ĆWICZENIE

$$A = (2000,000; 3000,000),$$

$$d = 20,00 \text{ m}, Az = 180^\circ$$

$$\Delta X = -20,000 \text{ m}$$

$$\Delta Y = 0,000 \text{ m}$$

$$B = (1980,000; 3000,000)$$



## PAMIĘTAJ

Przed użyciem współrzędnych zawsze sprawdź definicję osi.  
Jeden błędny znak może przenieść punkt do niewłaściwej ćwiartki.

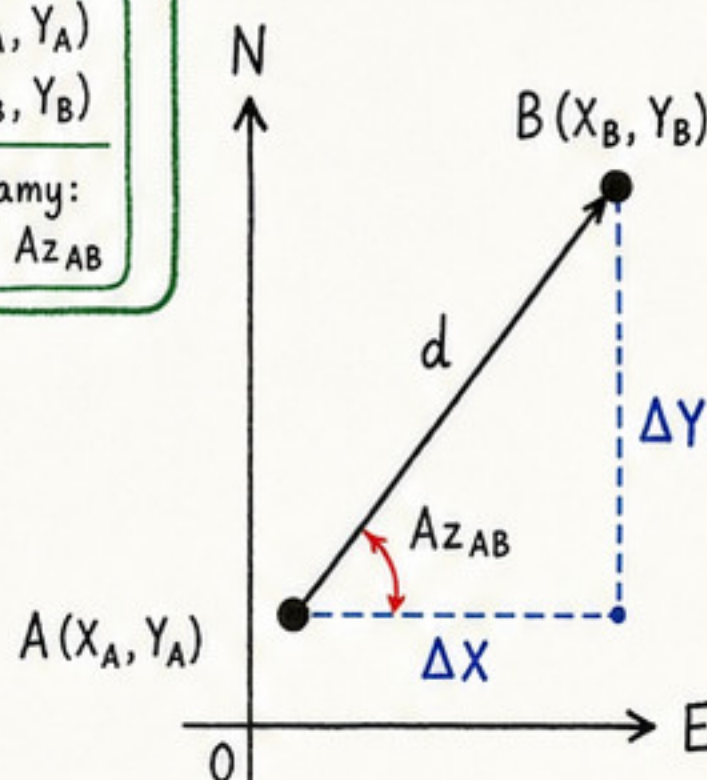


# 81 ZADANIE ODWROTNE

## CO TO JEST ZADANIE ODWROTNE?

Zadanie odwrotne polega na wyznaczeniu odległości i azymutu linii łączącej dwa punkty o znanych współrzędnych.

$A(X_A, Y_A)$   
 $B(X_B, Y_B)$   
 Szukamy:  
 $d_{AB}, Az_{AB}$



## OKREŚLENIE AZYMUTU WEDŁUG ĆWIARTKI

| $\Delta X$ | $\Delta Y$ | ĆWIARTKA | AZYMUT                    |
|------------|------------|----------|---------------------------|
| +          | +          | NE       | $Az = \alpha$             |
| -          | +          | SE       | $Az = 180^\circ - \alpha$ |
| -          | -          | SW       | $Az = 180^\circ + \alpha$ |
| +          | -          | NW       | $Az = 360^\circ - \alpha$ |

## KROK 1 – OBLICZ PRZYROSTY

$$\Delta X = X_B - X_A$$

$$\Delta Y = Y_B - Y_A$$

## KROK 2 – OBLICZ ODLEGŁOŚĆ

$$d_{AB} = \sqrt{\Delta X^2 + \Delta Y^2}$$

## KROK 3 – WYZNACZ KIERUNEK

$$\tan \alpha = \frac{|\Delta Y|}{|\Delta X|}$$

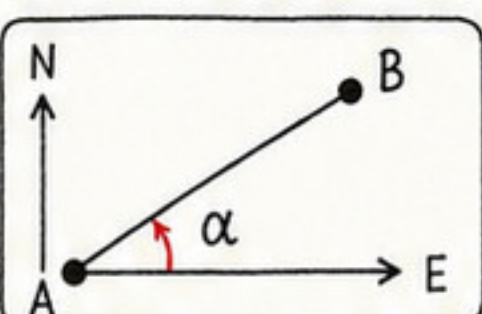
$$\alpha = \arctan\left(\frac{|\Delta Y|}{|\Delta X|}\right)$$

Następnie należy określić ćwiartkę i pełny azymut.

## PRZYKŁAD 1 – ĆWIARTKA NE

$A(1000,000; 1000,000)$   
 $B(1060,000; 1080,000)$

$\Delta X = +60,000 \text{ m}$   
 $\Delta Y = +80,000 \text{ m}$   
 $d = 100,000 \text{ m}$   
 $\alpha \approx 53,130^\circ$   
 Ćwiartka: NE  
 $Az_{AB} \approx 53,130^\circ$



## KONTROLA WYNIKU

Azymut  $\sim 53^\circ$  oznacza kierunek na wschód od północy.

Oba przyrosty są dodatnie ( $\Delta X > 0$ ,  $\Delta Y > 0$ ), co potwierdza ćwiartkę NE.

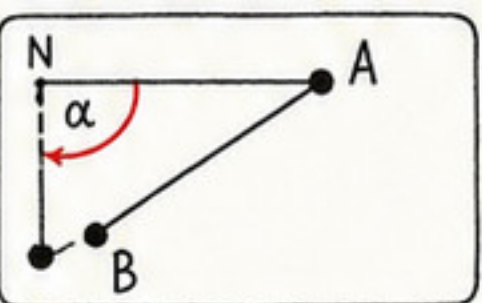


Samo użycie funkcji arctan bez kontroli ćwiartki może dać błędny azymut.

## PRZYKŁAD 2 – ĆWIARTKA SW

$A(500,000; 500,000)$   
 $B(470,000; 460,000)$

$\Delta X = -30,000 \text{ m}$   
 $\Delta Y = -40,000 \text{ m}$   
 $d = 50,000 \text{ m}$   
 $\alpha \approx 53,130^\circ$   
 Ćwiartka: SW  
 $Az_{AB} \approx 233,130^\circ$



## AZYMUT ODWROTNY

$Az_{BA} = Az_{AB} \pm 180^\circ$   
 (zredukowany do 0-360°)

Przykład:

$Az_{AB} = 53,130^\circ \rightarrow Az_{BA} = 233,130^\circ$

## ZASTOSOWANIA

- wyznaczanie kierunku do tyczenia
- obliczanie odległości
- orientacja tachimetru
- kontrola współrzędnych
- projektowanie
- obliczenia ciągów

## PRZYKŁAD PRAKTYCZNY

Mamy współrzędne dwóch punktów osi drogi. Zadanie odwrotne pozwala wyznaczyć kierunek instrumentu z  $P_1$  do  $P_2$  oraz długość odcinka.

## TYPOWE BŁĘDY

- $\Delta X$  i  $\Delta Y$  z różnych kierunków
- zamienione osie ( $X \leftrightarrow Y$ )
- brak kontroli ćwiartki
- użycie radianów zamiast stopni
- azymut spoza zakresu 0-360°
- pomylenie  $Az_{AB}$  z  $Az_{BA}$

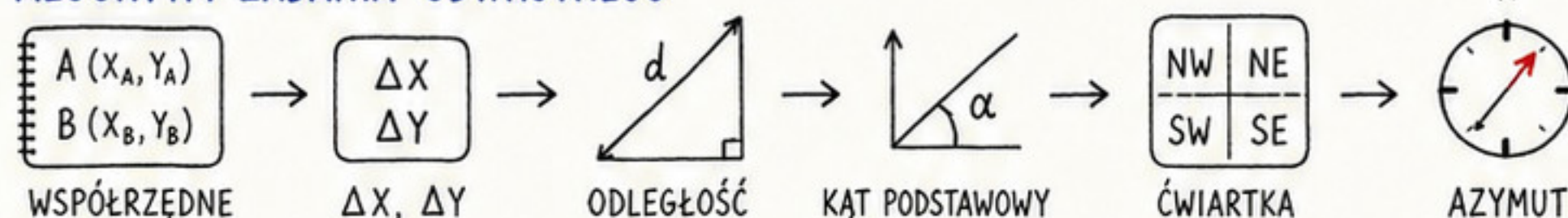
## NOWOCZESNE KALKULATORY I OPROGRAMOWANIE

Funkcja atan2 ( $\Delta Y, \Delta X$ ) często uwzględnia znaki przyrostów i od razu zwraca azymut właściwej ćwiartki.

Uwaga: kolejność argumentów zależy od oprogramowania i przyjętej konwencji osi.

**Nie kopiuj wzoru z programu bez sprawdzenia konwencji.**

## ALGORYTM ZADANIA ODWROTNEGO



## ĆWICZENIE

$A = (100,00; 100,00)$   
 $B = (100,00; 150,00)$   
 $\Delta X = 0$   
 $\Delta Y = +50$   
 $d = 50 \text{ m}$   
 $Az = 90^\circ$



## PAMIĘTAJ

W zadaniu odwrotnym współrzędne mówią jednocześnie, jak daleko i w jakim kierunku znajduje się drugi punkt.



# 82 METODA ODCHYLEŃ

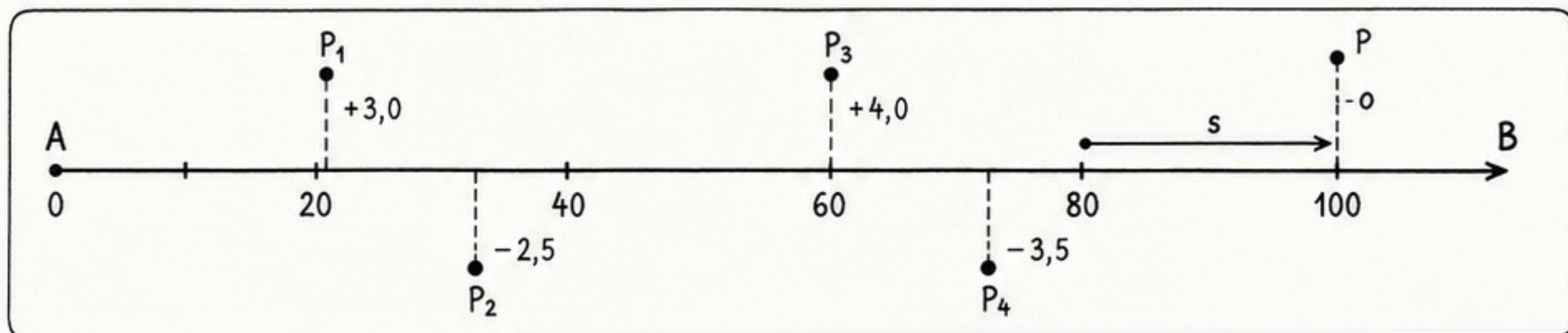
## NA CZYM POLEGA METODA ODCHYLEŃ?

Metoda odchylen pozwala określić położenie punktu względem znanej linii bazowej za pomocą dwóch wielkości: odległości wzdłuż linii oraz odchylenia bocznego od tej linii.

## DWA ELEMENTY PUNKTU

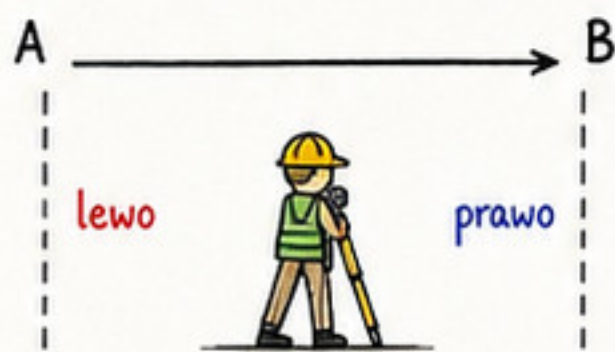
$$P(s, o)$$

$s$  — odległość wzdłuż linii bazowej  
 $o$  — odchylenie boczne



## ODCHYLENIE LEWE I PRAWO

Strona odchylenia zależy od przyjętego kierunku biegu linii.



## PRZYKŁAD OBLICZENIOWY

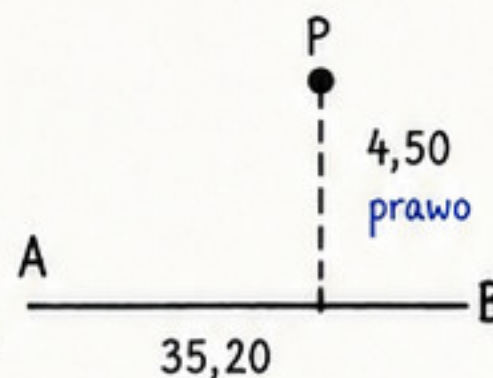
Linia  $A \rightarrow B$ . Punkt  $P$ :

$$s = 35,20 \text{ m}$$

$$o = 4,50 \text{ m w prawo}$$

Interpretacja:

Idziemy 35,20 m wzdłuż osi od  $A$ , a następnie 4,50 m prostopadłe w prawo.

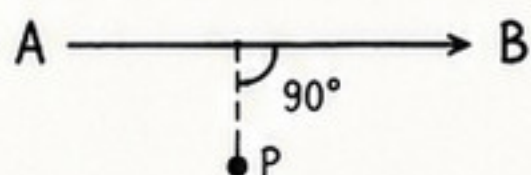


## ZASTOSOWANIA

- drogi
- linie kolejowe
- osie budynków
- kanały
- rurociągi
- linie ogrodzeń
- pomiary przekrojów poprzecznych

## ODCHYLENIE PROSTOPADŁE

W podstawowej metodzie odchylenie mierzy się prostopadłe do linii odniesienia.



## JAK WYZNACZYĆ PROSTOPADŁOŚĆ?

- teodolit / tachimetr
- trójkąt 3-4-5
- instrument z funkcją tyczenia offsetów

## METODA ODCHYLEŃ NA PROSTEJ

Prace prowadzone są względem pojedynczej, prostej osi odniesienia (np. prostej linii budowy, osi kanału, rurociągu).

Stosuje się odległość wzdłuż osi oraz odchylenie prostopadłe.

## METODA NA TRASIE

Prace prowadzone są względem trasy drogowej lub kolejowej, w oparciu o pikietaż i geometrię trasy (łuki, załamania itd.).

Odległość wzdłuż osi wyraża się w pikiecieżu.

## PIKIETAŻ

To odległość mierzona wzdłuż osi trasy od przyjętego początku.

Przykład:

$$\text{km } 0+125,40 = 125,40 \text{ m od początku trasy}$$

## PRZYKŁAD NA TRASIE DROGOWEJ

Oś drogi:  $\text{km } 0+000 \rightarrow \text{km } 0+200$

Punkt krawędzi jezdni:

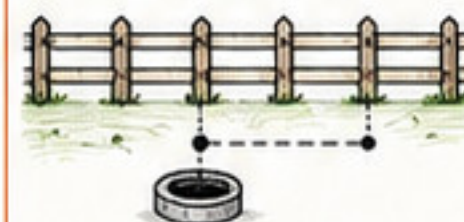
$\text{km } 0+080$ , odchylenie 3,50 m w prawo.

## ODCHYLENIA DODATNIE I UJEMNE

W niektórych opracowaniach odchylenia oznaczają się znakami, np.: lewe = -, prawe = +.

Zasada znakowania musi być zawsze jawna i konsekwentnie stosowana.

## PRZYKŁAD - ODCHYLENIE OD ISTNIEJĄCEJ LINII

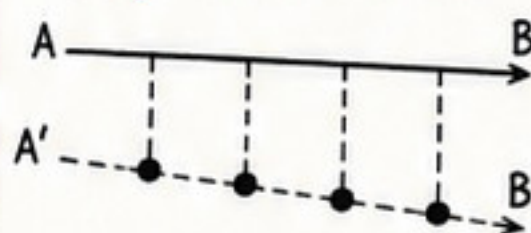


Ogrodzenie jako linia bazowa.  
Studnia: 18,30 m od początku, 2,10 m w lewo.

## KONTROLA

- ✓ sprawdź kierunek osi
- ✓ sprawdź stronę (lewo/prawo)
- ✓ sprawdź prostopadłość
- ✓ wykonaj dodatkowy pomiar kontrolny do innego punktu

## BŁĄD KIERUNKU OSI



Błąd w orientacji linii bazowej powoduje przesunięcie wszystkich punktów odchylen.

## NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

- ✗ pomylenie strony (lewo/prawo)
- ✗ pomiar od złego początku
- ✗ odchylenie nieprostopadłe
- ✗ błędny pikietaż
- ✗ brak informacji o kierunku osi
- ✗ zła jednostka (m / cm / mm)

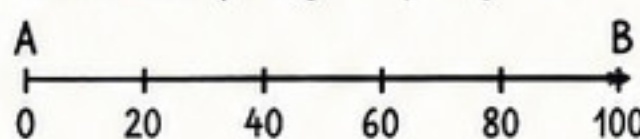
## ĆWICZENIE

Kierunek  $A \rightarrow B$ .

$P_1$ :  $s = 20 \text{ m}$ ,  $o = 3 \text{ m w lewo}$ .

$P_2$ :  $s = 50 \text{ m}$ ,  $o = 5 \text{ m w prawo}$ .

Nanieś oba punkty na prosty szkic.



**PAMIĘTAJ:** W metodzie odchylen punkt nie jest opisany względem całej mapy, lecz względem konkretnej linii i ustalonego kierunku jej przebiegu.



# 83 PUNKTY NIEDOSTĘPNE

## CO TO JEST PUNKT NIEDOSTĘPNY?

To punkt, którego położenie chcemy wyznaczyć, ale nie możemy bezpiecznie się do niego dostać ani ustawić na nim celu bezpośrednio.

### PRZYKŁADY:

- narożnik wysoko na elewacji
- środek rzeki
- punkt za ogrodzeniem
- krawędź urwiska
- obiekt po drugiej stronie ruchliwej drogi
- element konstrukcji nad ziemią



**BEZPIECZEŃSTWO  
MA PIERWSZEŃSTWO  
PRZED BEZPOŚREDNIM  
DOSTĘPEM DO PUNKTU.**

### NAROŻNIK WYSOKO NA ELEWACJI



### ŚRODEK RZEKI



### PUNKT ZA OGRODZENIEM



### KRAWĘDŹ URWISKA



### OBIEKT NAD ZIEMIĄ



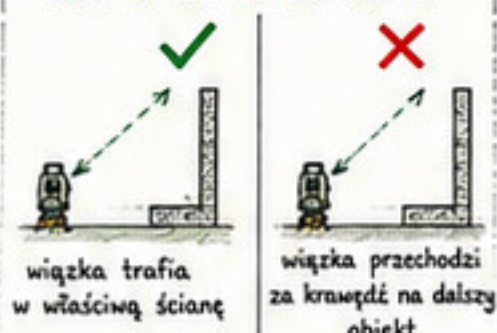
## METODA 1 - POMIAR BEZLUSTROWY

Tachimetr (stacja totalna) mierzy bezpośrednio powierzchnię celu wiązką lasera. Dobra do elewacji, ścian, krawędzi konstrukcji i miejsc niebezpiecznych.

### OGRODZENIA

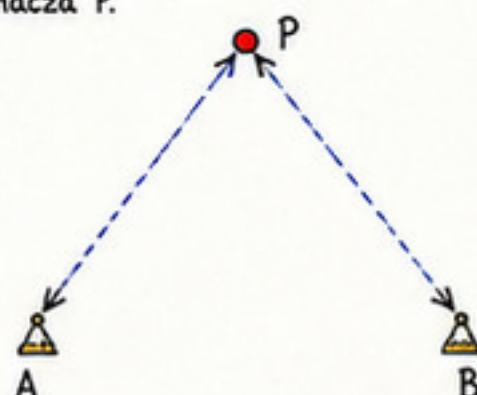
- słaba refleksyjność powierzchni
- wiązka może trafić w obiekt za celem
- zasięg zależy od instrumentu

### KONTROLA BEZLUSTROWA



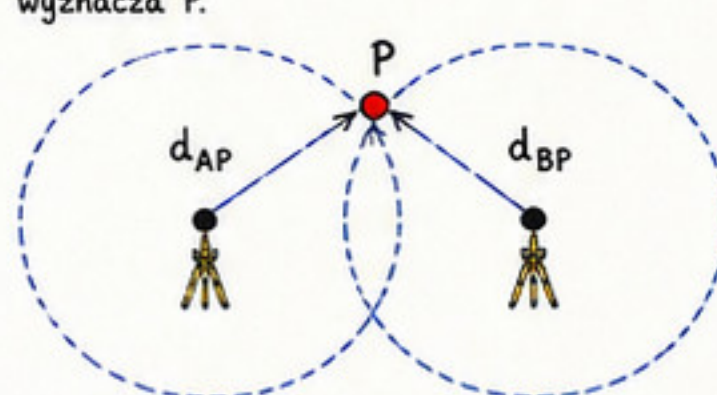
## METODA 2 - WCIĘCIE KĄTOWE

Z dwóch znanych punktów A i B mierzymy kierunki do punktu P. Przecięcie kierunków wyznacza P.



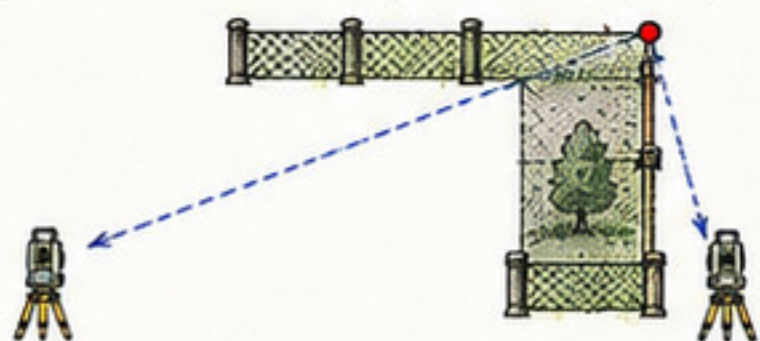
## METODA 3 - WCIĘCIE LINIOWE

Z punktów A i B mierzymy odległości  $d_{AP}$  i  $d_{BP}$  do punktu P. Przecięcie okręgów wyznacza P.



## METODA 4 - PRZECIĘCIE PRZEDŁUŻONYCH LINII

Niedostępny narożnik ogrodzenia wyznaczamy jako przecięcie dwóch mierzalnych kierunków prostych.



## METODA 5 - OFFSET

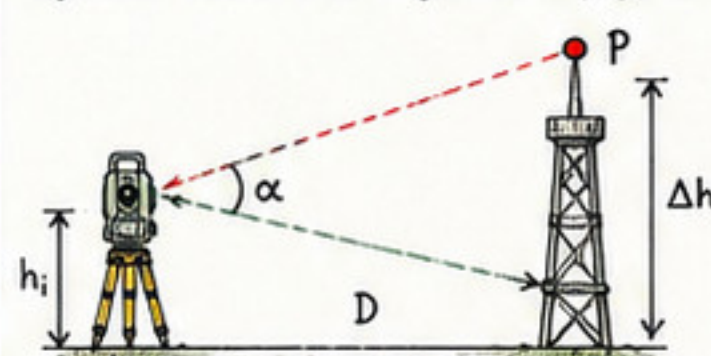
Mierzmy punkt pomocniczy P' dostępny na tej samej linii lub w znanym offsetcie i przenosimy odległość do punktu P.

Przykład: środek studni  
Promień studni:  $r = 0,60$  m.  
Mierzmy punkt na krawędzi studni i przesuwamy o  $r$  prostopadle do środka.



## METODA 6 - WYSOKOŚĆ NIEDOSTĘPNEGO PUNKTU

Wysokość wyznaczamy z odległości  $D$ , kąta pionowego  $\alpha$ , wysokości instrumentu i geometrii przystawu.

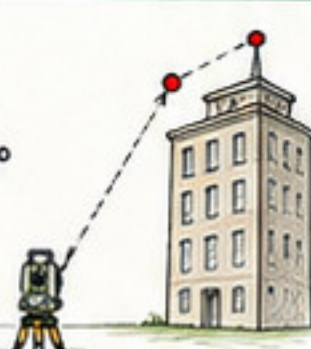


$h_i$  = wysokość instrumentu  
 $\alpha$  = kąt pionowy  
 $D$  = odległość  
 $\Delta h$  = różnica wysokości

$$H_p = H_i + \Delta h$$

### WYSOKOŚĆ OBIEKTU

- stań w większej odległości
- użyj pomiaru trygonometrycznego (Metoda 6)
- bezlusterowo, jeśli powierzchnia pozwala



### PUNKT ZA PRZESZKODĄ

- szukaj nowego stanowiska
- użyj punktów pomocniczych i metody wcięcia / przecięcia
- bezlusterowo (jeśli możliwe)



### PUNKT PO DRUGIEJ STRONIE RZEKI

- wcięcie kątowe lub liniowe z obu brzegów
- GNSS (jeśli dostęp)
- fotogrametria dronem



## JAK WYBRAĆ METODĘ?

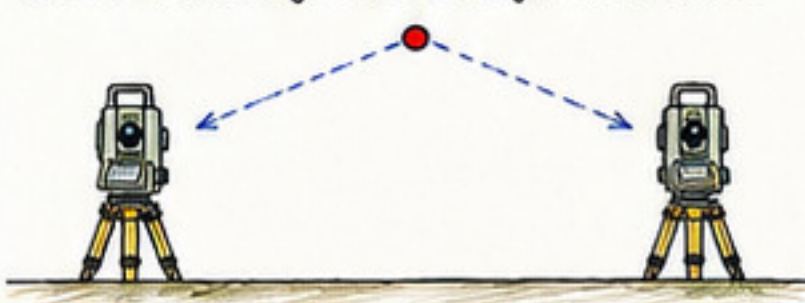
| SYTUACJA                             | ZALECANA METODA           |
|--------------------------------------|---------------------------|
| Punkt na elewacji, krawędzi, ścianie | bezlusterowa (Metoda 1)   |
| Punkt po drugiej stronie rzeki       | wcięcie kątowe / liniowe  |
| Narożnik za ogrodzeniem              | przecięcie linii / offset |
| Wysoki punkt nad ziemią              | miar trygonometryczny     |
| Punkt zasłonięty przeszkodą          | nowe stanowisko           |

## SCHEMAT DECYZYJNY



## GEOMETRIA KONTROLNA

Jeśli punkt jest ważny, wyznacz go co najmniej dwoma niezależnymi obserwacjami/metodami.



## NIEBEZPIECZNE ZACHOWANIA

- nie wspinaj się na niestabilne konstrukcje
- nie wychylaj się poza krawędzie
- nie wchodź na jezdnię bez zabezpieczenia ruchu
- nie przekraczaj ogrodzeń technicznych bez zgody
- nie ustawiaj sprzętu w wodzie bez procedury bezpieczeństwa



## NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

- pomiar bezlusterowy w dalszą powierzchnię
- zła geometria wcięcia (mały kąt przecięcia)
- błędny punkt pomocniczy
- offset w niewłaściwym kierunku
- brak kontroli drugą metodą



## PAMIĘTAJ:

Nie musisz dotknąć punktu, aby go zmierzyć. Musisz jednak mieć poprawną geometrię, bezpieczne stanowisko i możliwość kontroli.



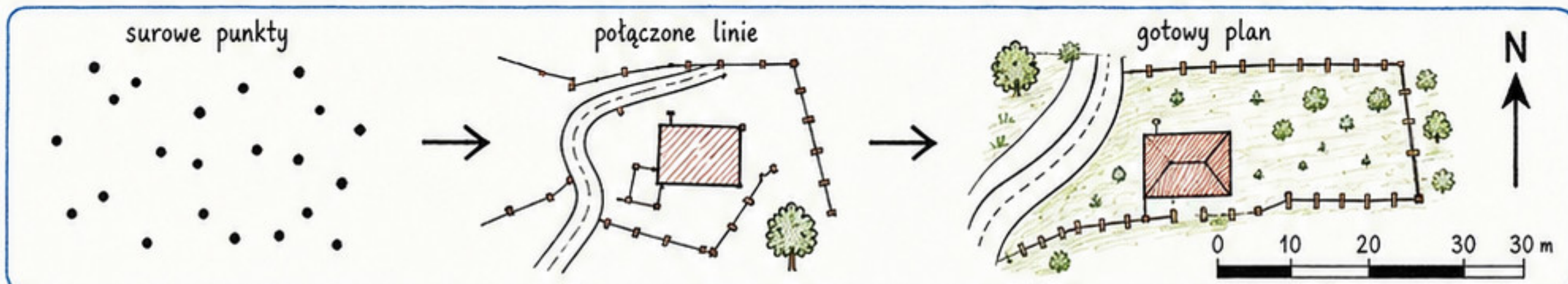
# 84 KREŚLENIE PLANÓW TOPOGRAFICZNYCH

## CO TO JEST PLAN TOPOGRAFICZNY?

Plan topograficzny to graficzne przedstawienie obiektów i szczegółów terenowych w określonej skali i układzie odniesienia.



POMIAR TERENOWY → WSPÓŁRZĘDNE → KONTROLA → PUNKTY → LINIE I OBIEKTY → SYMBOLE I OPISY → PLAN KOŃCOWY



### 1. PRZYGOTUJ DANE

- ✓ współrzędne
- ✓ kody punktów
- ✓ szkic terenowy
- ✓ dziennik polowy
- ✓ układ współrzędnych
- ✓ jednostki

### 2. WYBIERZ SKALĘ

Przykłady skal:

- 1:200
- 1:500
- 1:1000
- 1:2000

Skala musi zapewniać czytelność planu.

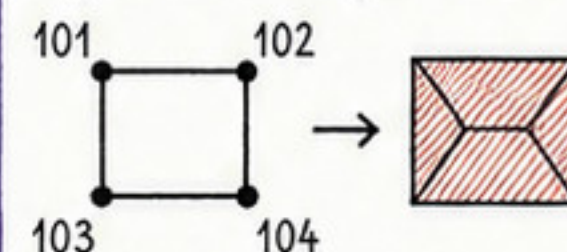
### 3. NANIEŚ PUNKTY

P101 (X,Y) →  
pozycja na rysunku



### 4. ŁĄCZ PUNKTY ZGODNIE Z KODAMI I SZKICEM

Przykład: 101-104 jako BUD\_NAR



### NIE ŁĄCZ AUTOMATYCZNIE WSZYSTKIEGO

Numer punktu sam w sobie nie mówi, które punkty tworzą jedną linię. Korzystaj z kodów, kolejności i szkicu.

### 5. WARSTWY

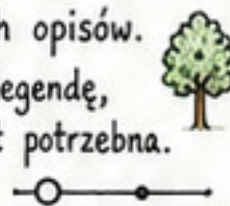
- budynki
- drogi
- granice
- ogrodzenia
- uzbrojenie
- roślinność
- punkty wysokościowe
- opisy

### PO CO WARSTWY?

- łatwiejsza edycja
- kontrola widoczności
- spójne symbole
- prostszy wydruk

### 6. SYMBOLE

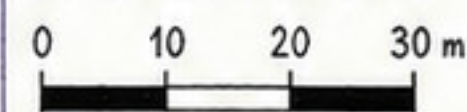
Plan powinien używać czytelnych znaków, spójnych linii i spójnych opisów. Stosuj legendę, gdy jest potrzebna.



### 7. KIERUNEK PÓŁNOCY



### 8. SKALA GRAFICZNA



Skala graficzna pozostaje użyteczna po powiększeniu lub pomniejszeniu planu w sposób proporcjonalny.

### 9. OPISY

- nazwy ulic
- numery działek
- wysokości
- numery punktów
- rodzaje obiektów

### HIERARCHIA GRAFICZNA

Ważne obiekty rysuj mocniejszymi liniami, pomocnicze – cieńszymi.

Opisy powinny być czytelne, ale nie zasłaniać punktów i szczegółów terenu.

ważne ————— pomocnicze - - - - - opisy

### 10. KONTROLA GEOMETRII

Sprawdź:

- ✓ długości
- ✓ przekątne
- ✓ zamknięcia
- ✓ powierzchnie
- ✓ relacje ze szkicem



### 11. KONTROLA KOMPLETNOŚCI

Czy:

- każdy obiekt jest przedstawiony?
- nie brakuje punktów?
- nie mylnie zinterpretowano kodu?
- linie nie przecinają się nielogicznie?

### 12. RAMKA I DANE PLANU

- tytuł planu
- skala
- układ współrzędnych
- data pomiaru
- autor
- legenda
- oznaczenie arkusza

| PLAN TOPOGRAFICZNY |                          |
|--------------------|--------------------------|
| Skala:             | 1:500                    |
| Układ:             | PL-2000 strefa 6         |
| Data:              | 12.05.2025               |
| Autor:             | Jan Topograf             |
| Legenda:           | <input type="checkbox"/> |
| Arkusz:            | 1/1                      |

### PLAN RĘCZNY A CAD/GIS

Plan ręczny

- do ćwiczeń i nauki
- szybkie szkice
- małe prace edukacyjne

CAD/GIS

- dokładna geometria
- warstwy i edycja
- integracja danych
- eksport i wydruk



### TYPOWE BŁĘDY

- ✗ zła skala
- ✗ brak kierunku północy
- ✗ błędne łączenie punktów
- ✗ nieczytelne opisy
- ✗ mieszanie jednostek
- ✗ brak informacji o układzie
- ✗ zbyt wiele elementów na jednej warstwie



### ZASADA CZYTELNOŚCI

Jeśli dane są poprawne technicznie, ale nieczytelne dla użytkownika, praca traci wartość.



**PAMIĘTAJ:** Dobry plan powstaje w trzech etapach: poprawny pomiar, poprawna geometria i czytelna prezentacja.



## CO OZNACZA POWIERZCHNIA?

Powierzchnia określa wielkość obszaru ograniczonego zamkniętą linią (obrysem).

## JEDNOSTKI POWIERZCHNI

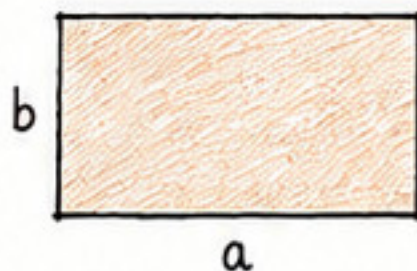
- $m^2$  — metr kwadratowy
- a — ar
- ha — hektar
- $km^2$  — kilometr kwadratowy

$$1 a = 100 m^2$$

$$1 ha = 10\,000 m^2$$

## METODA 1 — PROSTOKĄT

$$P = a \times b$$



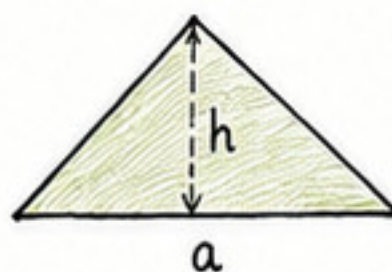
$$a = 20 m$$

$$b = 15 m$$

$$P = 300 m^2$$

## METODA 2 — TRÓJKĄT

$$P = \frac{a \times h}{2}$$



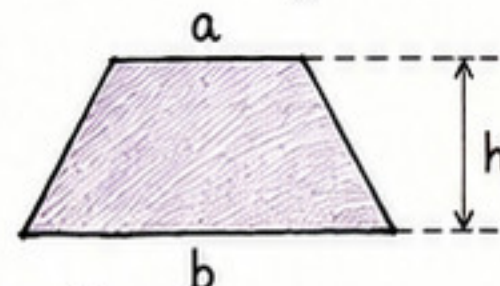
$$a = 18 m$$

$$h = 10 m$$

$$P = 90 m^2$$

## METODA 3 — TRAPEZ

$$P = \frac{(a + b) \times h}{2}$$



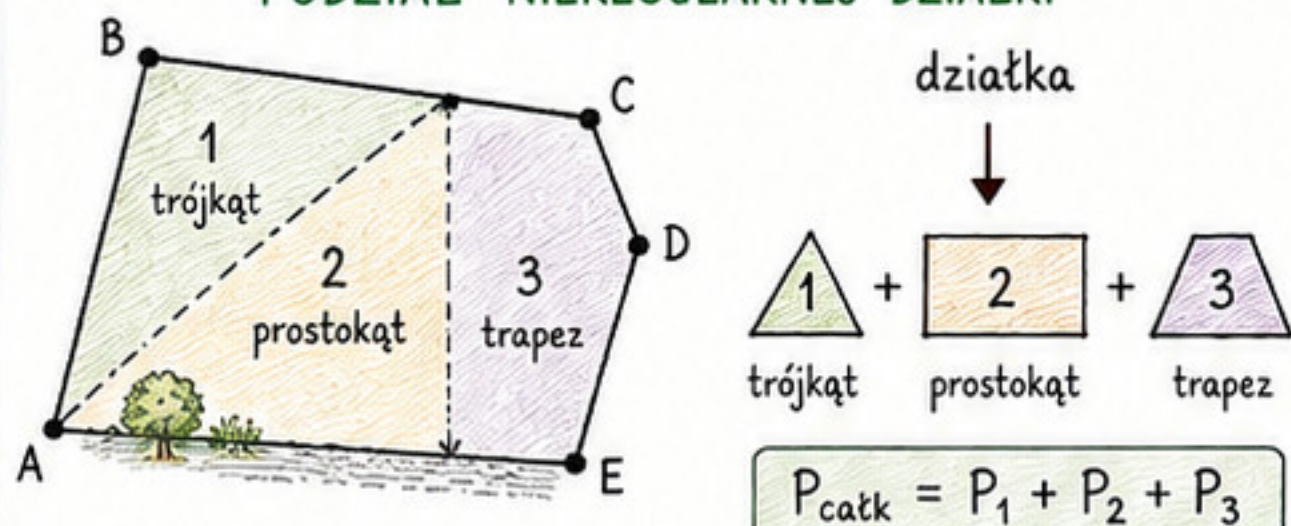
$$a = 12 m$$

$$b = 20 m$$

$$h = 8 m$$

$$P = 128 m^2$$

## PODZIAŁ NIEREGULARNEJ DZIAŁKI



## METODA ZE WSPÓŁRZĘDNYCH

Pole obliczamy ze wzoru (wzór Gaussa):

$$P = \frac{1}{2} \times \left| \sum_{i=1}^n (X_i Y_{i+1} - Y_i X_{i+1}) \right|$$

gdzie punkt  $n+1$  jest połączony z pierwszym ( $n+1 = 1$ ).

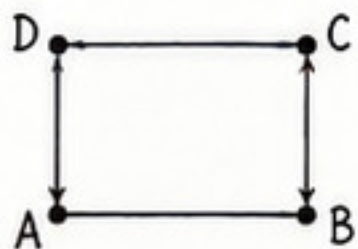
| PUNKT | X  | Y  |
|-------|----|----|
| A     | 0  | 0  |
| B     | 20 | 0  |
| C     | 20 | 10 |
| D     | 0  | 10 |

$$\text{Pole: } 200 m^2$$

## DLACZEGO KOLEJNOŚĆ PUNKTÓW JEST WAŻNA?

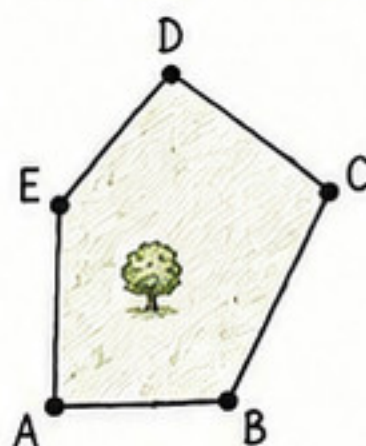
✓  $A \rightarrow B \rightarrow C \rightarrow D$

✗  $A \rightarrow C \rightarrow B \rightarrow D$



W drugim przypadku linie przecinają się same ze sobą, co tworzy błędny (samoskrzyżowany) obrys i złe pole.

## PRZYKŁAD DZIAŁKI NIEREGULARNEJ



| PUNKT | X  | Y  |
|-------|----|----|
| A     | 0  | 0  |
| B     | 16 | 0  |
| C     | 22 | 8  |
| D     | 10 | 16 |
| E     | 0  | 10 |

Obliczone pole (z wzoru Gaussa):

$$P = 184,0 m^2$$

## OBLICZENIE W PROGRAMIE

Programy CAD, GIS i tachimetrie mogą obliczyć pole automatycznie, ale tylko wtedy, gdy:

- punkty są poprawne
- kolejność punktów jest poprawna
- obrys jest zamknięty
- jednostki są poprawne



## POMIAR WIERZCHOŁKÓW



## WSPÓŁRZĘDNE

- A (x,y)
- B (x,y)
- C (x,y)
- D (x,y)
- ...

## KONTROLA OBWODU



## OBLICZENIE POŁA



## KONTROLA POWIERZCHNI

- Sprawdź drugą metodą (np. podział).
- Porównaj z powierzchnią projektową.
- Sprawdź długości boków.
- Sprawdź szkic i obrys.

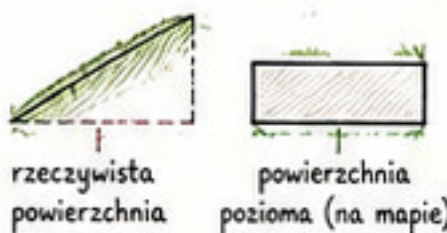
## PRZELICZANIE JEDNOSTEK

$$850 m^2 = 8,5 a = 0,085 ha$$

$$2,35 ha = 23\,500 m^2$$

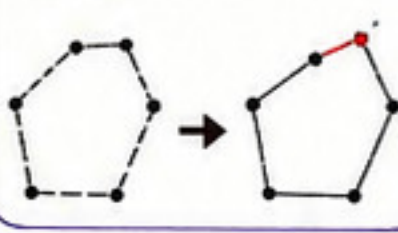
## POWIERZCHNIA POZIOMA

Pole planimetryczne oblicza się w rzucie poziomym (na mapie). Rzeczywiste pole na stromym stoku może być większe.



## BŁĄD JEDNEGO PUNKTU

Przesunięcie jednego wierzchołka powoduje zmianę powierzchni całego obiektu.



## NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

- Otwarty obrys (linia niezamknięta).
- Zła kolejność punktów.
- Punkt z innego obrysu granicy.
- Odczyt  $m^2$  jako ha.
- Użycie długości ze stoku bez redukcji do poziomu.
- Za wczesne zaokrąglanie.

## ĆWICZENIE



Dziątka prostokątna:  $25 m \times 40 m$ ,  $P = 1000 m^2 = 10 a = 0,10 ha$



## PAMIĘTAJ:

Najdokładniejszy wzór nie uratuje błędnego obrysu. Najpierw sprawdź punkty, dopiero potem obliczaj powierzchnię.



# 86 PLANIMETR

## CO TO JEST PLANIMETR?

Planimetr to przyrząd służący do wyznaczania powierzchni figur zamkniętych przedstawionych na planie lub mapie.

## DO CZEGO SŁUŻY?

- działek o nieregularnym kształcie
- jezior, stawów, rzek
- lasów, pól, łąk
- zarysów projektów nieregularnych

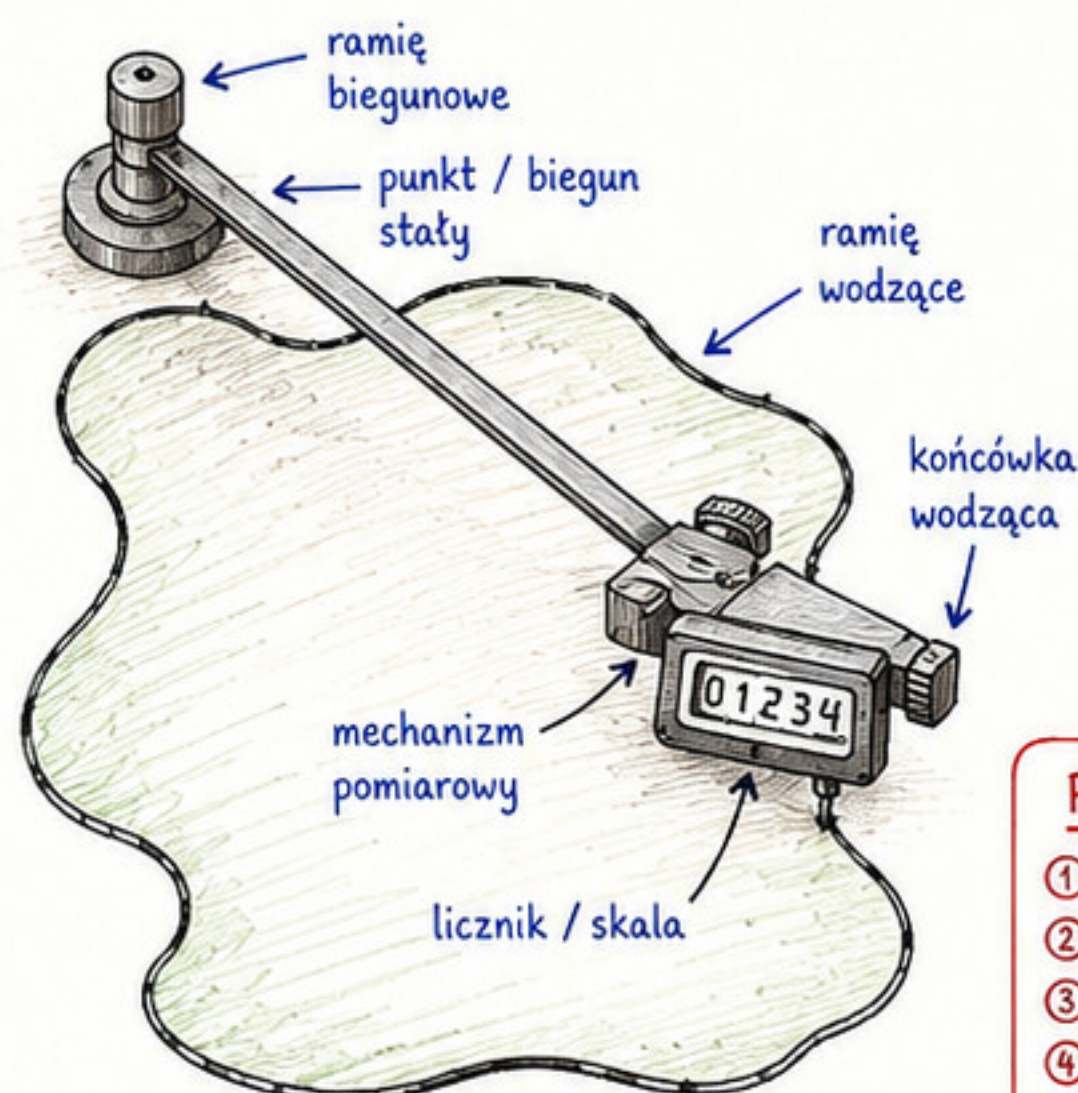
## DLACZEGO SKALA JEST WAŻNA?

Skala 1:1000

1 cm na planie = 10 m w terenie,

1 cm<sup>2</sup> na planie = 100 m<sup>2</sup> w terenie.

W przypadku powierzchni współczynnik skali działa do kwadratu.



## JAK DZIAŁA — IDEA

Końcówka wodząca jest prowadzona po obwodzie figury zamkniętej, a mechanizm rejestruje ruch, na podstawie którego wyznaczana jest powierzchnia.

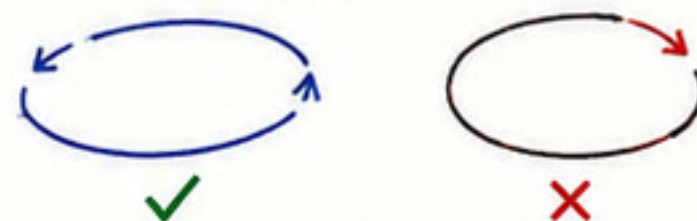
START ● → śledź granicę → pełne obejście → powrót do START

## PODSTAWOWA PROCEDURA

1. Połóż plan na stabilnej powierzchni.
2. Ustal skalę mapy.
3. Przygotuj planimetr zgodnie z instrukcją.
4. Ustaw punkt startowy.
5. Odczytaj wartość początkową.
6. Dokładnie obwiedź granicę figury.
7. Wróć do punktu startowego.
8. Odczytaj wartość końcową.
9. Przelicz wynik zgodnie z parametrem przyrządu i skalą.

## KIERUNEK OBWODZENIA

Niektóre planimetry rozróżniają kierunek ruchu za pomocą znaku wyniku. Dobrą praktyką jest zawsze stosować jeden kierunek obwodzenia zgodnie z instrukcją przyrządu.



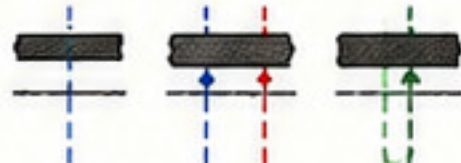
## CO WPŁYWA NA WYNIK?

- dokładność obwodzenia
- grubość linii
- skala mapy
- kalibracja planimetru
- stabilność papieru (podkładu)
- rozmiar figury
- powtarzalność operatora

## GRUBA GRANICA

Jeśli linia granicy jest gruba, należy konsekwentnie prowadzić końcówkę wodzącą jednym z trzech sposobów:

- środkiem linii
- krawędzią wewnętrzną
- krawędzią zewnętrzną



## PLANIMETR ELEKTRONICZNY

Nowsze urządzenia mogą obliczyć i wyświetlić powierzchnię automatycznie po zakończeniu obwodzenia.



## PLANIMETR A CAD/GIS

| PLANIMETR                                                                                                                                 | CAD/GIS                                                                                                                                                            |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"><li>• plan papierowy</li><li>• obwodzenie ręczne</li><li>• przydatny przy starej dokumentacji</li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• poligon cyfrowy</li><li>• powierzchnia automatycznie</li><li>• łatwa edycja</li><li>• większa kontrola geometrii</li></ul> |

## KIEDY PLANIMETR NADAL MA SENS?

- stare mapy i plany papierowe
- szybka kontrola powierzchni na planie archiwalnym
- nauka zasad pomiaru powierzchni
- brak danych cyfrowych

## NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

- obwodzenie otwarte (nie domknięte)
- pominięcie fragmentu granicy
- niewłaściwa skala mapy
- zła stała (współczynnik) przyrządu
- nierówne prowadzenie końcówki
- przesuwanie się planu podczas pomiaru

## KONTROLA

Zmierz figurę o znanej powierzchni, np. prostokąt, aby sprawdzić procedurę i ustawienia.

Prostokąt 10 cm × 5 cm na planie → 50 cm<sup>2</sup>

Porównaj z odczytem planimetru.



## PAMIĘTAJ

Planimetr nie mierzy terenu bezpośrednio — mierzy powierzchnię figury na planie, dlatego skala jest częścią wyniku.



# 87 PRZEDSTAWIANIE SZCZEGÓŁÓW TERENOWYCH

## CO TO SĄ SZCZEGÓŁY TERENOWE?

To obiekty naturalne i sztuczne, których położenie jest mierzone i przedstawiane na planie.

## SZCZEGÓŁY PUNKTOWE

- słup
- pojedyncze drzewo
- studnia
- znak
- hydrant
- punkt osnowy

Zasada: Pozycję obiektu przedstawia się jednym punktem i odpowiednim symbolem.

### JAKI PUNKT MIERZYĆ?

- słup = oś/środek słupa zgodnie z celem.
- studnia = środek pokrywy lub inny punkt określony według przyjętej zasady.

★ Zawsze wiadomo, który fizyczny punkt obiektu odpowiada współrzędnej.

## SZCZEGÓŁY LINIOWE

- ogrodzenie
- rzeka
- krawężnik
- linia energetyczna
- rów
- granica

Zasada: Linie tworzy się z kolejnych punktów charakterystycznych.

### GDZIE MIERZYĆ PUNKTY LINII?

- narożniki
- początek i koniec
- zmiany kierunku
- zmiany charakteru
- punkty pośrednie na łukach

### ZA MAŁO PUNKTÓW

Zmierzono tylko dwa punkty – na planie linia staje się prosta.

### ZA DUŻO PUNKTÓW

Nie każdy centymetr potrzebuje punktu. Mierz tam, gdzie zmienia się geometria lub gdzie potrzebny jest szczegół.

## SZCZEGÓŁY POWIERZCHNIOWE

- budynek
- jezioro
- plac
- obszar zadrzewiony
- działka

Zasada: Obiekt powierzchniowy wymaga zamkniętego obrysu.

### BUDYNEK

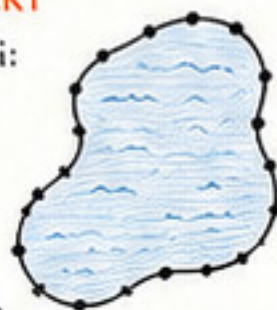
- narożniki
- uskoki
- załamania elewacji
- ważne elementy konstrukcyjne zależnie od celu.



### ZAOKRĄGLONY OBIEKT

Istnieją dwie możliwości:

- wiele punktów łuku
- element łukowy w programie (bez potrzeby zagęszczania punktów)



## SYMBOL A GEOMETRIA

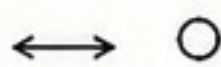
Symbol informuje, czym jest obiekt. Współrzędne informują, gdzie się znajduje.



X = 456.23  
Y = 789.62

## OBIEKT WIĘKSZY NIŻ SYMBOL

Niektóre szczegóły przedstawiamy w skali zgodnie z rzeczywistością, a bardzo małe – znakami umownymi.



## GENERALIZACJA

W zależności od skali niektóre drobne elementy trzeba uprościć.

- 1:200 → dużo szczegółów
- 1:5000 → więcej uproszczeń

## NIE ZMIENIAJ POŁOŻENIA BEZ POWODU

Generalizacja może upraszczać sposób przedstawienia, ale nie może wprowadzać w błąd co do rzeczywistego położenia.

## KODOWANIE

Każdy obiekt ma swój kod.

Przykłady:

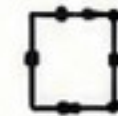
- DRZ – drzewo
- SL – słup
- BUD – budynek
- OGR – ogrodzenie
- KRA – krawężnik



Kody powinny być zgodne z systemem w firmie lub projekcie.

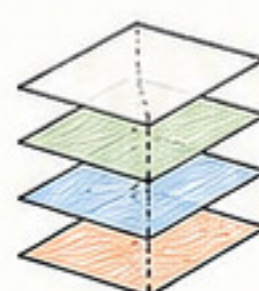
## CIĄGŁOŚĆ LINII

- ✓ Nie pozostawiaj przypadkowych przerw w ogrodzeniu.
- ✓ Krawędź drogi nie łączy się z innym obiektem.
- ✓ Obrys budynku zamknięty.



## WARSTWY

- warstwa (temat)
- linia
- kolor roboczy
- symbol



Końcowy wydruk musi być czytelny nawet w wersji czarno-białej.

## KONTROLA KOMPLETNOŚCI

Czy każdy ważny szczegół został przedstawiony?

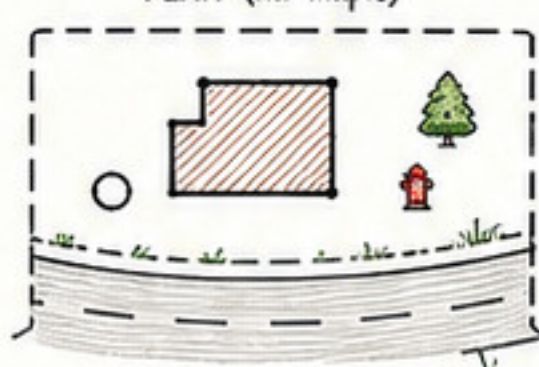
- ☒ porównaj teren
- ☒ porównaj szkic
- ☒ sprawdź wykaz punktów
- ☒ sprawdź plan

## PRZYKŁAD TEREN → PLAN

TEREN (w terenie)



PLAN (na mapie)



## OBIEKT → SYMBOL / LINIA

- budynek → obrys budynku
- ogrodzenie → linia przerywana
- droga → linia krawędzi
- drzewo → symbol drzewa
- studnia → symbol studni
- hydrant → symbol hydrantu

## NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

- 1 Zły punkt pomiaru obiektu.
- 2 Zbyt mało punktów na łuku.
- 3 Zły kod obiektu.
- 4 Połączenie różnych obiektów jedną linią.
- 5 Niezamknięty obrys.
- 6 Symbol zakrywający ważny punkt.
- 7 Przeciążony plan – nadmiar niepotrzebnych szczegółów.

## PODSUMOWANIE MODUŁU 4

W tym module nauczyłeś się:

- rozumieć ciągi pomiarowe i ich znaczenie,
- stosować podstawowe metody planimetryczne,
- obliczać współrzędne i pola,
- prowadzić dokumentację terenową,
- szkicować w terenie,
- przedstawiać szczegóły terenowe na planie.



## PAMIĘTAJ:

Dobry plan nie pokazuje wszystkich możliwych informacji – pokazuje właściwe informacje w sposób jednoznaczny i czytelny.



# 88 MODUŁ 5

## ALTIMETRIA

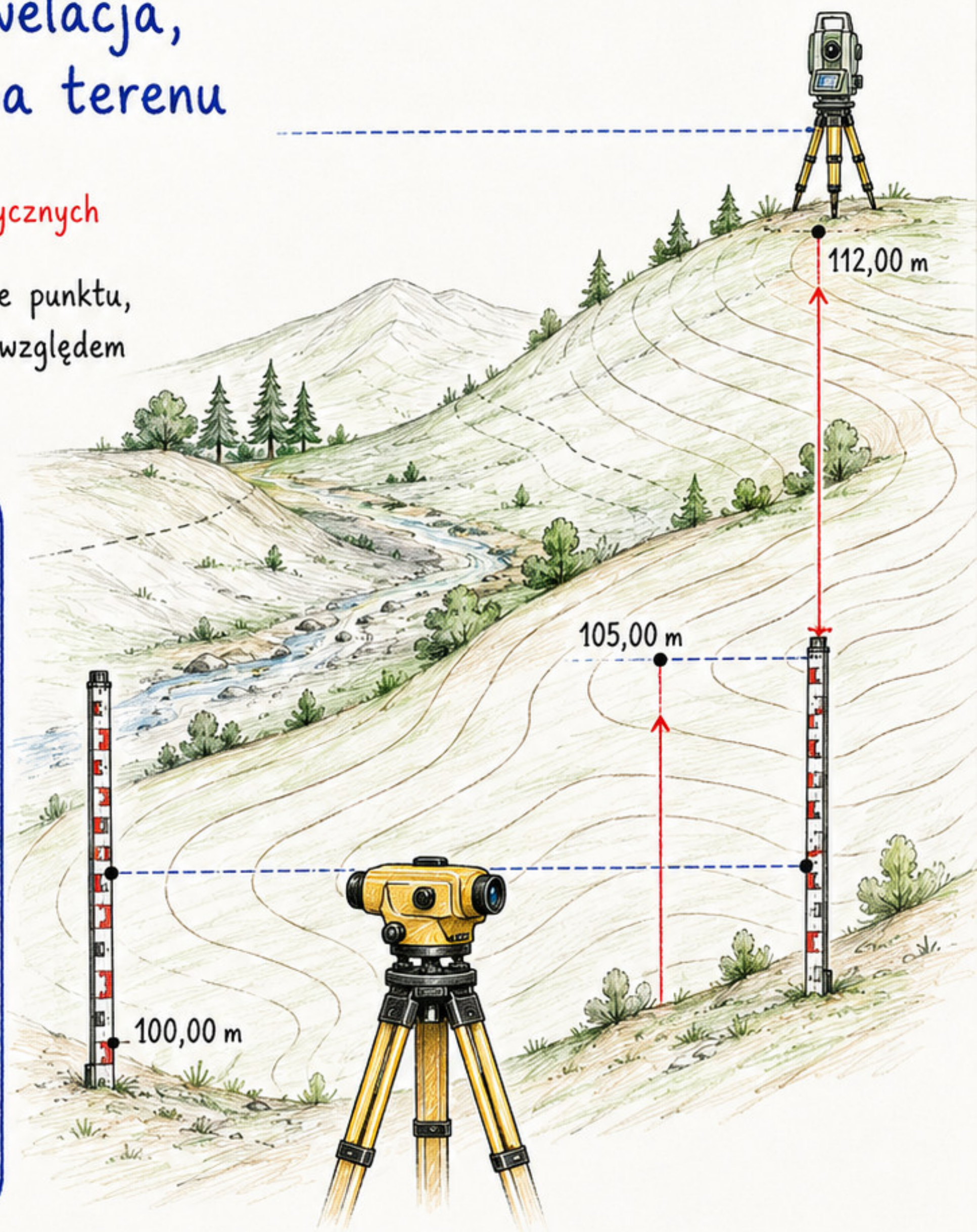
Wysokości, niwelacja,  
profile i rzeźba terenu

🎯 10 tematów praktycznych

Poznaj nie tylko położenie punktu,  
ale również jego poziom względem  
otaczającego terenu.

### W TYM MODULE

- ✓ pojęcie altimetrii
- ✓ niwelacja różnicowa
- ✓ niwelacja złożona
- ✓ profile
- ✓ przekroje poprzeczne
- ✓ niwelacja trygonometryczna
- ✓ warstwice
- ✓ ukształtowanie terenu
- ✓ kontrola
- ✓ błędy niwelacyjne





# 89 CZYM JEST ALTIMETRIA?

## CO TO JEST ALTIMETRIA?

Altimetria to dział topografii zajmujący się określaniem wysokości punktów oraz różnic wysokości między punktami.

PLANIMETRIA → gdzie?

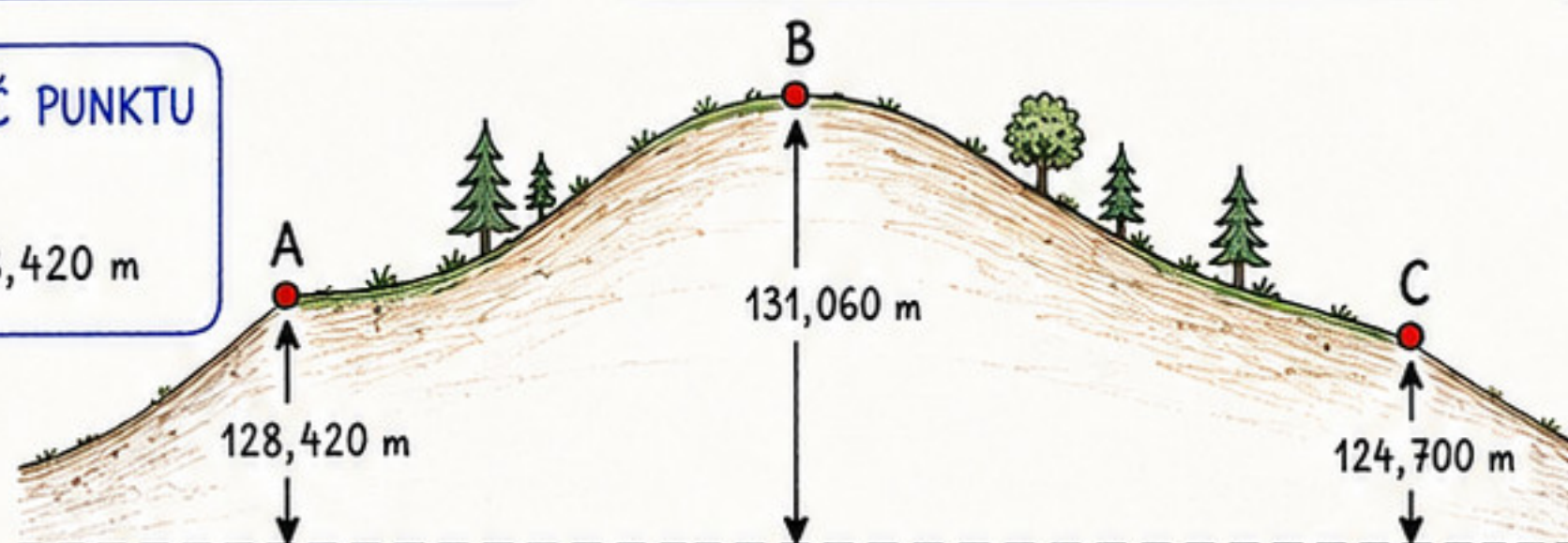
ALTIMETRIA → jak wysoko?

## PODSTAWOWE WIELKOŚCI

H – wysokość punktu  
 $\Delta h$  – różnica wysokości  
d – odległość pozioma  
i – spadek

## WYSOKOŚĆ PUNKTU

Punkt A,  
 $H_A = 128,420 \text{ m}$



## RÓŻNICA WYSOKOŚCI

$$\Delta h_{AB} = H_B - H_A$$

$$H_A = 128,420 \text{ m}$$

$$H_B = 131,060 \text{ m}$$

$$\Delta h_{AB} = +2,640 \text{ m}$$

Interpretacja: punkt B jest o 2,640 m wyżej niż punkt A.

## POWIERZCHNIA ODNIESIENIA

Wysokość punktu nie jest wartością bezwzględną. Zawsze odnosi się ją do przyjętej powierzchni odniesienia, czyli układu wysokości.

## HORYZONT LOKALNY

W pracach budowlanych często stosuje się lokalny układ odniesienia:

$\pm 0,000$  – poziom odniesienia (np. posadzka)  
teren  $-0,350$  – poziom terenu  
parapet  $+1,200$  – poziom parapetu

## WYSOKOŚCI GEODEZYJNE

W pracach profesjonalnych stosuje się urzędowy układ wysokości.

Pomiary GNSS i niwelacja mogą wykorzystywać różne układy odniesienia (np. PL-EW2007-NH, PL-Kron86-NH).

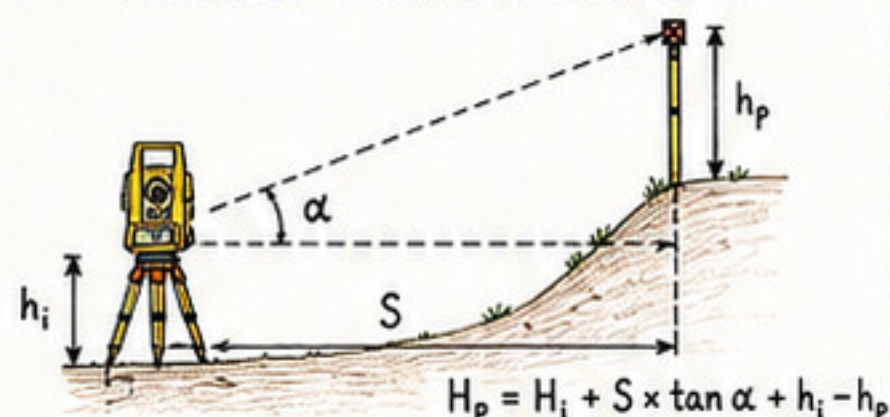
## JAK WYZNACZAMY WYSOKOŚCI?

- niwelacja geometryczna → niwelator + łąta
- niwelacja trygonometryczna → kąt pionowy + odległość
- GNSS → pozycjonowanie satelitarne + właściwy model/system odniesienia
- metody fotogrametryczne i skaningowe → modele przestrzenne terenu

## NIWELACJA GEOMETRYCZNA



## NIWELACJA TRYGONOMETRYCZNA



## ALTIMETRIA I SPADKI

$$i = \frac{\Delta h}{d} \times 100\%$$

Przykład:

$$\Delta h = 1,5 \text{ m}$$

$$d = 50 \text{ m}$$

$$i = 3\%$$

## CO PRZEDSTAWIA WYNIK ALTIMETRII?

- rzędne punktów
- profile podłużne
- przekroje poprzeczne
- warstwyce
- modele terenu
- mapy wysokościowe

## ZASTOSOWANIA

- drogi
- budynki
- kanalizacja
- odwodnienie
- roboty ziemne
- niwelacja placów
- projektowanie spadków
- monitoring osiadań

## PRZYKŁAD BUDOWLANY



reper  $H = 100,000 \text{ m}$   
projektowana posadzka  $H = 101,250 \text{ m}$   
różnica  $+1,250 \text{ m}$

Reper umożliwia przeniesienie projektowanego poziomu posadzki do terenu.

## PRZYKŁAD DROGOWY



Punkt A  $H = 120,00 \text{ m}$

Punkt B  $H = 118,50 \text{ m}$

$d = 75 \text{ m}$

$\Delta h = -1,50 \text{ m}$

spadek  $-2\%$

## NAJCZĘSTSZE POMYŁKI POCZĄTKUJĄCYCH

- ① mylenie H (wysokości) z  $\Delta h$  (różnicą wysokości)
- ② błędny znak różnicy wysokości
- ③ niewłaściwy punkt odniesienia
- ④ użycie wysokości GNSS bez właściwej konwersji
- ⑤ błędna wysokość łąty/pryzmatu
- ⑥ brak kontroli pomiaru na reperze

## ZASADA KIERUNKU

A → B:  $+2 \text{ m}$

B → A:  $-2 \text{ m}$



## CO BĘDZIESZ UMIEĆ PO TYM MODULE?

- ✓ określać różnice wysokości między punktami
- ✓ rozumieć odczyty niwelacyjne
- ✓ tworzyć profile terenu
- ✓ interpretować warstwyce
- ✓ kontrolować pomiary wysokościowe



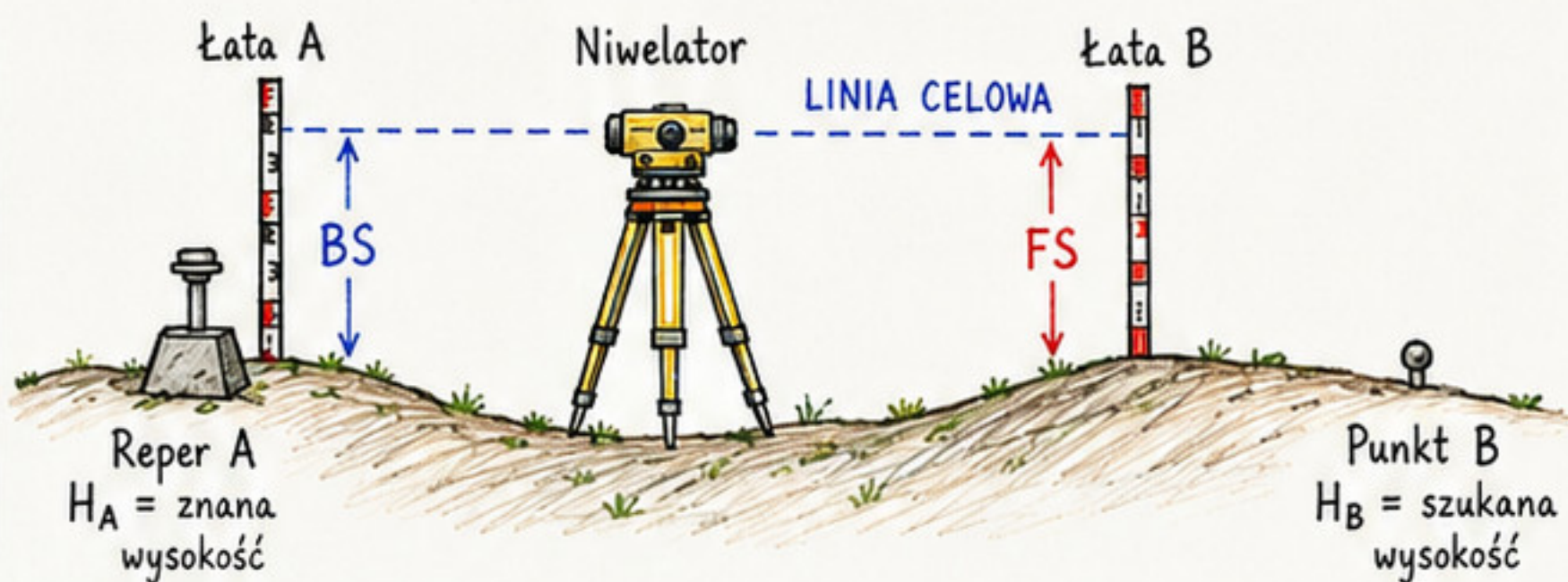
**PAMIĘTAJ:** Altimetria opisuje trzeci wymiar terenu. Dzięki niej plan przestaje być płaski i zaczyna przedstawiać rzeczywistą rzeźbę powierzchni.



# 90 NIWELACJA RÓŻNICOWA

## Co to jest niwelacja różnicowa?

Niwelacja różnicowa polega na wyznaczaniu różnicy wysokości pomiędzy punktami za pomocą poziomej linii celowej niwelatora oraz odczytów wykonanych na łatach.



## DWA PODSTAWOWE ODCZYT

### Odczyt wstecz — BS

Odczyt na łacie ustawionej na známym punkcie (na tył instrumentu).

### Odczyt w przód — FS

Odczyt na łacie ustawionej na punkcie o nieznanym wysokości (na przód).

## NAJWAŻNIEJSZA ZALEŻNOŚĆ

$$\Delta h_{AB} = BS - FS$$

BS — odczyt wstecz

FS — odczyt w przód

$\Delta h_{AB}$  — różnica wysokości z A do B

## PRZYKŁAD OBLICZENIA 1

$$H_A = 100,000 \text{ m}$$

$$BS = 1,250 \text{ m}$$

$$FS = 0,850 \text{ m}$$

$$\Delta h_{AB} = +0,400 \text{ m}$$

$$H_B = 100,400 \text{ m}$$

Ponieważ odczyt na punkcie B jest mniejszy niż na A, punkt B znajduje się wyżej.

## WYSOKOŚĆ OSI CELOWEJ

$$H_{oc} = H_A + BS$$

$$H_{oc} = 100,000 + 1,250 = 101,250 \text{ m}$$

$$H_B = H_{oc} - FS$$

$$H_B = 101,250 - 0,850 = 100,400 \text{ m}$$

## DWIE RÓWNOWAŻNE METODY OBLICZENIA

### METODA RÓŻNICY

$$1. \text{ Oblicz } \Delta h_{AB} = BS - FS$$

$$2. H_B = H_A + \Delta h_{AB}$$

### METODA OSI CELOWEJ

$$1. H_{oc} = H_A + BS$$

$$2. H_B = H_{oc} - FS$$

Obie prowadzą do tego samego wyniku.

## PRZYKŁAD OBLICZENIA 2 (PUNKT NIŻSZY)

$$H_A = 125,620 \text{ m}$$

$$BS = 0,955 \text{ m}$$

$$FS = 1,735 \text{ m}$$

$$\Delta h_{AB} = -0,780 \text{ m}$$

$$H_B = 124,840 \text{ m}$$

Punkt B znajduje się 0,780 m niżej niż A.

## DLACZEGO WIĘKSZY ODCZYT OZNACZA NIŻSZY PUNKT?



## USTAWIENIE NIWELATORA

Staraj się, aby odległość do łaty tylnej i przedniej była możliwie podobna. Zmniejsza to wpływ błędów i zwiększa dokładność.



## ŁATA MUSI BYĆ PIONOWA

✓ pionowa

✗ pochylona



Pochylenie łaty zwiększa odczyt.

## PROCEDURA TERENOWA

1. Ustaw łaty na punktach A i B.
2. Rozstaw niwelator w dogodnym miejscu.
3. Wypoziomuj instrument.
4. Wykonaj odczyt wstecz (BS) na punkcie A.
5. Wykonaj odczyt w przód (FS) na punkcie B.
6. Oblicz  $\Delta h$  i wysokość punktu B. Zapisz do dziennika.

## PRZYKŁADOWY ZAPIS

| Punkt | BS (m) | FS (m) | $\Delta h$ (m) | H (m)   |
|-------|--------|--------|----------------|---------|
| A     | 1,250  | —      | —              | 100,000 |
| B     | —      | 0,850  | +0,400         | 100,400 |

$$\Delta h_{AB} = +0,400 \text{ m (B wyżej niż A)}$$

## KONTROLA LOGICZNA

- ✓ Czy odczytałeś właściwy punkt?
- ✓ Czy nie zamieniłeś BS z FS?
- ✓ Czy znak  $\Delta h$  jest poprawny?
- ✓ Czy jednostki są w metrach?
- ✓ Czy wysokości są realistyczne?

## TYPOWE BŁĘDY

- Pomylenie BS z FS.
- Łata pochylona.
- Niestabilny punkt łaty.
- Odczyt z niewłaściwej kreski.
- Źle zapisane miejsce dziesiętne.
- Brak kontroli reperu.



## PAMIĘTAJ

W niwelacji różnicowej wysokości nie mierzymy bezpośrednio — wyznaczamy je z różnicy odczytów względem wspólnej poziomej linii celowej.



# 91 NIWELACJA ZŁOŻONA

## CO TO JEST NIWELACJA ZŁOŻONA?

Niwelacją złożoną to ciąg pomiarów niwelacyjnych składający się z kilku ustawień instrumentu połączonych punktami przejściowymi.



## DLACZEGO POTRZEBUJEMY KILKU STANOWISK?

- duża odległość między punktem początkowym a końcowym
- przeszkody terenowe (rzeki, budynki, lasy)
- zmiany wysokości terenu
- ograniczony zasięg lunety
- potrzeba rozsądnych długości celowych

## PUNKT PRZEJŚCIOWY

To punkt, na którym kończymy odczyt FS z jednego stanowiska i rozpoczynamy BS następnego stanowiska.



Łata na punkcie przejściowym nie powinna zmienić miejsca pomiędzy tymi odczytami.

## PODSTAWOWA ZALEŻNOŚĆ CAŁEGO CIĄGU

$$\Delta H = \sum BS - \sum FS$$

$$H_{\text{koniec}} = H_{\text{początek}} + \Delta H$$

## PRZYKŁAD OBLICZENIOWY

$$H_A = 100,000 \text{ m}$$

$$BS_1 = 1,320 \text{ m}$$

$$FS_1 = 0,875 \text{ m}$$

$$BS_2 = 1,445 \text{ m}$$

$$FS_2 = 1,965 \text{ m}$$

$$BS_3 = 0,980 \text{ m}$$

$$FS_3 = 1,255 \text{ m}$$

$$\sum BS = 3,745 \text{ m}$$

$$\sum FS = 4,095 \text{ m}$$

$$\Delta H = \sum BS - \sum FS$$

$$\Delta H = 3,745 - 4,095$$

$$\Delta H = -0,350 \text{ m}$$

$$H_B = H_A + \Delta H$$

$$H_B = 100,000 + (-0,350)$$

$$H_B = 99,650 \text{ m}$$

## OBLICZENIA STANOWISKO PO STANOWISKU

$$\Delta h_1 = BS_1 - FS_1 = 1,320 - 0,875 = +0,445 \text{ m}$$

$$\Delta h_2 = BS_2 - FS_2 = 1,445 - 1,965 = -0,520 \text{ m}$$

$$\Delta h_3 = BS_3 - FS_3 = 0,980 - 1,255 = -0,275 \text{ m}$$

$$\text{suma } \Delta H = \Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3 = -0,350 \text{ m}$$

## KONTROLA RACHUNKOWA

$$\sum (BS - FS) = \sum BS - \sum FS$$

$$(\Delta h_1 + \Delta h_2 + \Delta h_3) = 3,745 - 4,095$$

$$-0,350 \text{ m} = -0,350 \text{ m} \quad \checkmark$$

Obie metody muszą dać ten sam wynik.

## DZIENNIK NIWELACYJNY

| Punkt | BS (m) | FS (m) | $\Delta h$ (m) | H (m)   |
|-------|--------|--------|----------------|---------|
| A     |        |        |                | 100,000 |
| PP1   | 1,320  | 0,875  | +0,445         | 100,445 |
| PP1   | 1,445  |        |                | 100,445 |
| PP2   |        | 1,965  | -0,520         | 99,925  |
| PP2   | 0,980  |        |                | 99,925  |
| B     |        | 1,255  | -0,275         | 99,650  |

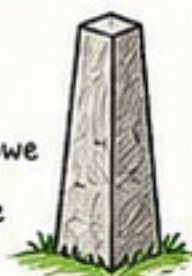
$$\sum BS = 3,745 \quad \sum FS = 4,095 \quad \sum \Delta h = -0,350$$

## JAK WYBIERAĆ PUNKTY PRZEJŚCIOWE?

- ✓ stabilny (nieosiadający)
- ✓ jednoznaczny (łatwy do identyfikacji)
- ✓ twardy (nie błotnisty ani piaszczysty)
- ✓ możliwy do ustawienia łaty pionowo
- ✓ chroniony przed przesunięciem

## DOBRE MIEJSCA

- betonowe słupki
- kamienie
- krawężniki
- płyty chodnikowe
- kotwy w skale



## ZŁE MIEJSCA

- miękka ziemia
- wysoka trawa
- piaszczyste brzegi
- luźne kamienie



## DŁUGOŚCI CELOWYCH

Staraj się, aby długości celowe (BS i FS) były zbliżone w każdym stanowisku. Minimalizuje to błędy instrumentu i wpływ krzywizny oraz refrakcji.



$$BS \approx FS$$

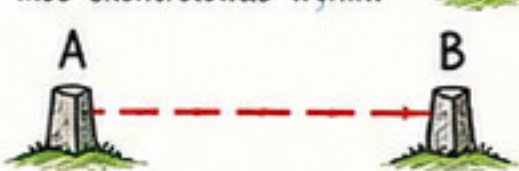
## CO DZIEJE SIĘ Z BŁĘDAMI?

- Błędy przypadkowe częściowo się znoszą.
- Błędy systematyczne mogą się kumulować.
- Dlatego ważne są kontrola rachunkowa i dobre praktyki pomiarowe.



## NAJLEPSZA PRAKTYKA

Zaczynaj pomiar na znanym reperze A i kończ na innym znanym reperze B, aby móc skontrolować wynik.



## TYPOWE BŁĘDY

- 1) Źle ustawiony instrument (bańka poza środkiem).
- 2) Źle wypoziomowana łąta.
- 3) Odczyt pod niewłaściwym włożem.
- 4) Pomylenie BS z FS.
- 5) Poruszenie łaty na punkcie przejściowym.
- 6) Brak kontroli rachunkowej.



## ĆWICZENIE

$$\sum BS = 5,680 \text{ m}$$

$$\sum FS = 4,925 \text{ m}$$

$$H_A = 120,000 \text{ m}$$

$$\Delta H = +0,755 \text{ m}$$

$$H_B = 120,755 \text{ m}$$



## NIWELACJA ZŁOŻONA

to łańcuch prostych różnic wysokości.

Każdy punkt przejściowy łączy dwa kolejne stanowiska w jeden spójny ciąg.

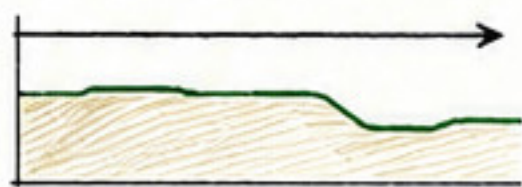


# 93 PRZEKROJE POPRZECZNE

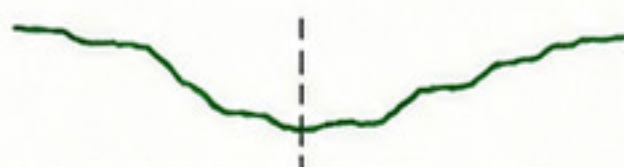
## CO TO JEST PRZEKRÓJ POPRZECZNY?

Przekrój poprzeczny przedstawia kształt terenu w linii przecinającej oś trasy, zwykle prostopadle do niej.

## PROFIL PODŁUŻNY → wzdłuż osi



## PRZEKRÓJ POPRZECZNY → w poprzek osi



## CO MIERZYMY?

- punkt osi
- punkty po lewej
- punkty po prawej
- odległości od osi
- wysokości

## ZAPIS PUNKTU PRZEKROJU

Oś przyjmuje wartość 0,00 m. Odległości po lewej stronie mają znak ujemny, po prawej dodatni.

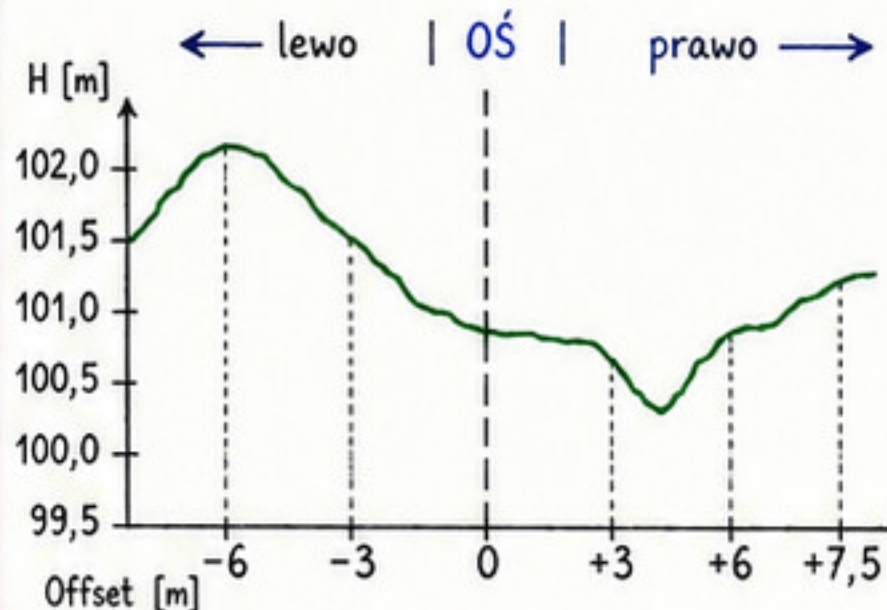
oś = 0,00 m  
lewo = -3,00 m, -6,00 m  
prawo = +3,00 m, +7,50 m

Konwencję znaków należy jasno ustalić.

### Offset

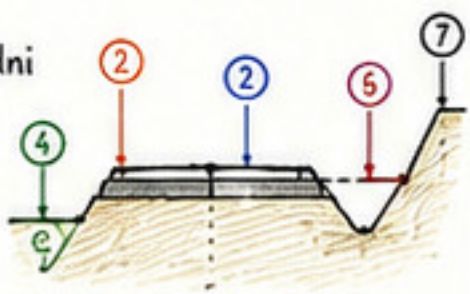
### H

|       |        |
|-------|--------|
| -6,00 | 101,80 |
| -3,00 | 101,40 |
| 0,00  | 101,10 |
| +3,00 | 100,90 |
| +7,50 | 100,30 |



## PUNKTY CHARAKTERYSTYCZNE

- oś
- krawędzie jezdni
- krawężniki
- dno rowu
- góra skarpy
- dół skarpy
- załamania terenu

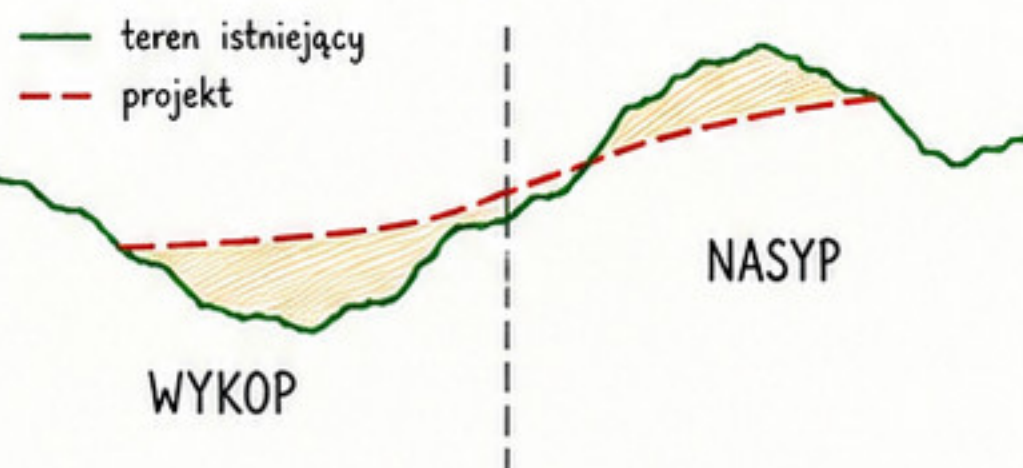


Nie należy mierzyć tylko stałych odległości, jeśli między nimi istnieje ważne załamanie terenu.

## PRZEKROJE NA DRODZE

- stały interwał pomiędzy przekrojami
- łuki poziome i pionowe
- przepusty i obiekty inżynierskie
- skrzyżowania i zjazdy
- gwałtowna zmiana terenu

## PRZEKRÓJ ISTNIEJĄCY I PROJEKTOWANY



## ZASTOSOWANIE W ROBOTACH ZIEMNYCH

- określenie wykopów i nasypów
- obliczanie objętości ziemi
- projektowanie odwodnienia
- kontrola wykonania

## SZEROKOŚĆ PASA POMIAROWEGO

Zwykle od punktów krańcowych, rowów lub miejsc, gdzie teren jest istotny dla projektu.

Dobierz z zapasem, aby nie pominąć ważnych szczegółów.

## PROCEDURA TERENOWA

1. Ustaw instrument na osi.
2. Wypoziomuj i wyceluj.
3. Zapisz wysokość osi.
4. Mierz w lewo – odległość i wysokość.
5. Mierz w prawo – odległość i wysokość.
6. Zapisz punkt charakterystyczny.
7. Sprawdź zapis w terenie.
8. Przenieś się na następny przekrój.

## TACHIMETR / GNSS

Można używać obu technologii, jeśli nadają się do zadania.



## KONTROLA KIERUNKU



Przekrój wykonany pod kątem do osi trasy może zniekształcić rzeczywiste szerokości i objętości. Zawsze mierz prostopadle do osi.

## TYPOWE BŁĘDY

- przejście obok ważnego załamania
- pomijanie punktów charakterystycznych
- brak kontroli poziomu instrumentu
- błędny zapis znaków odległości
- pyłanie stałych odległości „na ślepo”

## ĆWICZENIE

| Offset [m] | H [m] |
|------------|-------|
| -4,00      | 101,0 |
| 0,00       | 100,5 |
| +4,00      | 100,8 |

Na podstawie danych z tabeli wskaż, gdzie znajduje się najniższy punkt terenu.

**Odpowiedź:** Najniższy punkt znajduje się na osi (0,00 m).



## PAMIĘTAJ

Profil mówi, co dzieje się wzdłuż trasy.

Przekrój poprzeczny mówi, jak teren wygląda po obu stronach osi w konkretnym pikiecieżu.



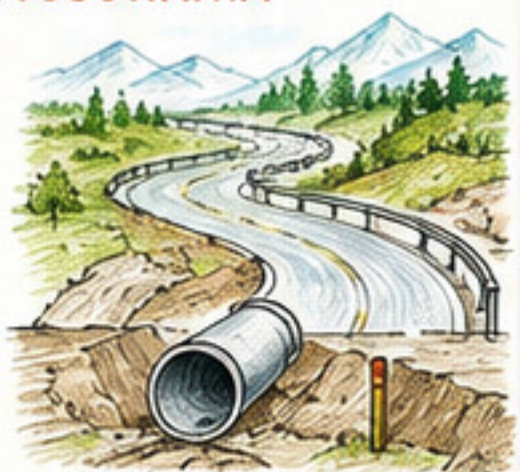
# 92 NIWELACJA PROFILU

## CO TO JEST NIWELACJA PROFILU?

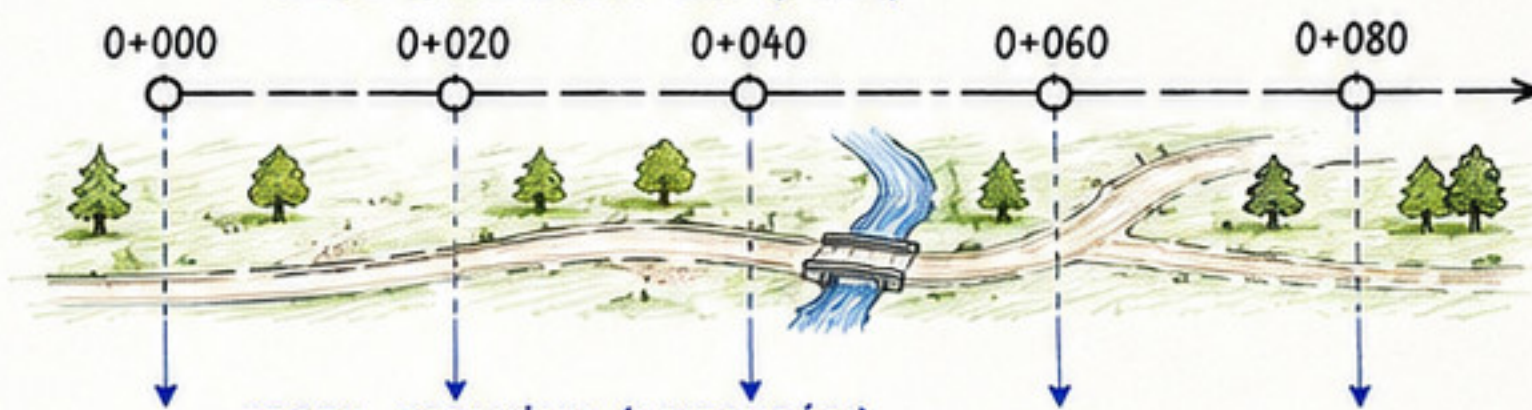
Niwelacja profilu to metoda pomiaru wysokości kolejnych punktów położonych wzdłuż linii lub osi.

## GŁÓWNE ZASTOSOWANIA

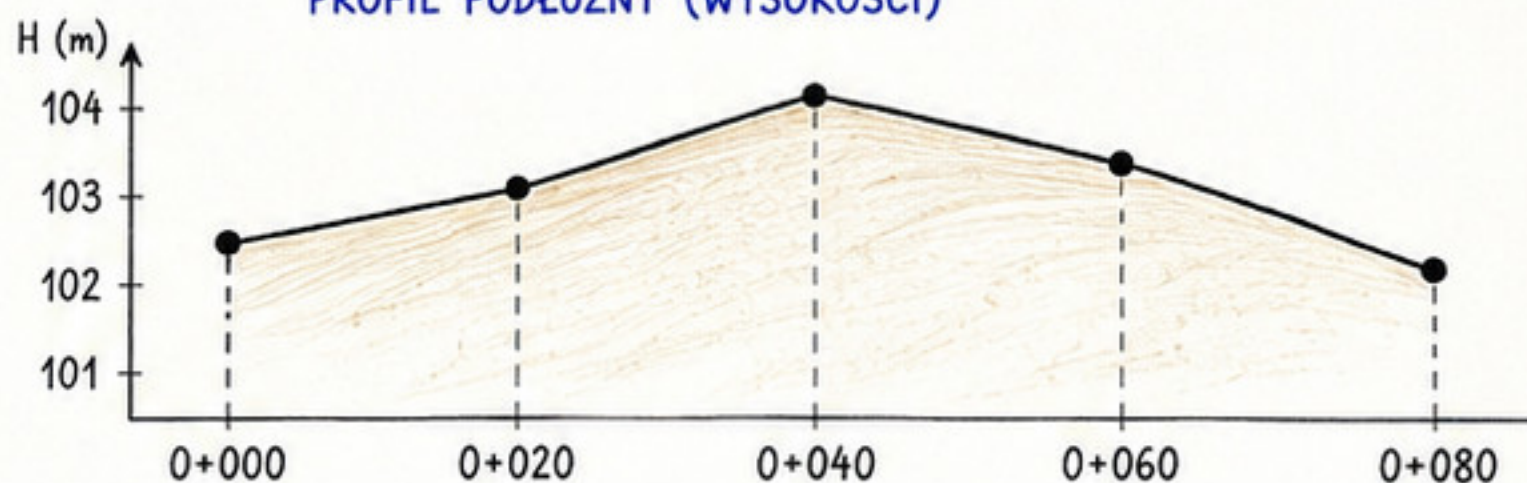
- drogi
- linie kolejowe
- kanalizacja
- rurociągi
- kanały
- wały
- trasy kablowe



## RZUT SYTUACYJNY OSI (PLAN)



## PROFIL PODŁUŻNY (WYSOKOŚCI)



## PIKIETAŻ

To sposób oznaczania odległości wzdłuż osi.

Przykłady:

0+000    0+025  
0+100    1+250

## PUNKTY REGULARNE

Punkty mierzone w równych odstępach.

Najczęściej stosowane odstępy:

- 5 m
- 10 m
- 20 m
- 25 m

## PUNKTY CHARAKTERYSTYCZNE

Punkty wybierane w miejscach zmian kształtu terenu:

- szczyt
- dno obniżenia
- początek skarpy
- koniec skarpy
- krawędź rowu
- przecięcie z drogą

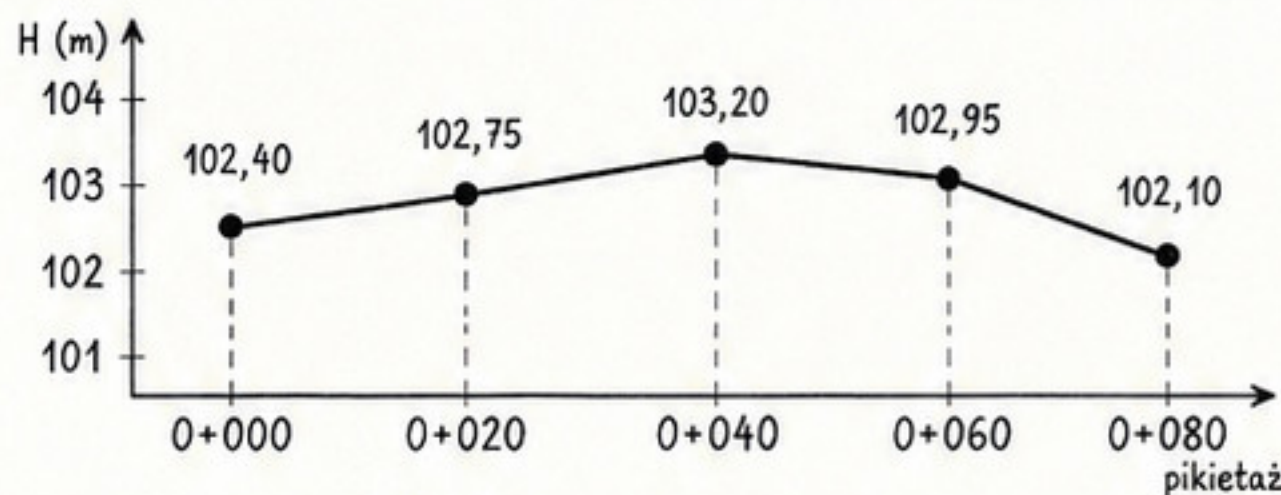
**Nie wystarczy mierzyć tylko równych odstępów...**

## TABELA TERENOWA

| Pikietaż | Odczyt (m) | H terenu (m) |
|----------|------------|--------------|
| 0+000    | 1,620      | 102,40       |
| 0+020    | 1,275      | 102,75       |
| 0+040    | 0,820      | 103,20       |
| 0+060    | 1,070      | 102,95       |
| 0+080    | 1,900      | 102,10       |

## OD TABELI DO PROFILU

- Oś pozioma = odległość / pikietaż
- Oś pionowa = wysokość
- Punkty z tabeli nanosimy na wykres i łączymy linią.

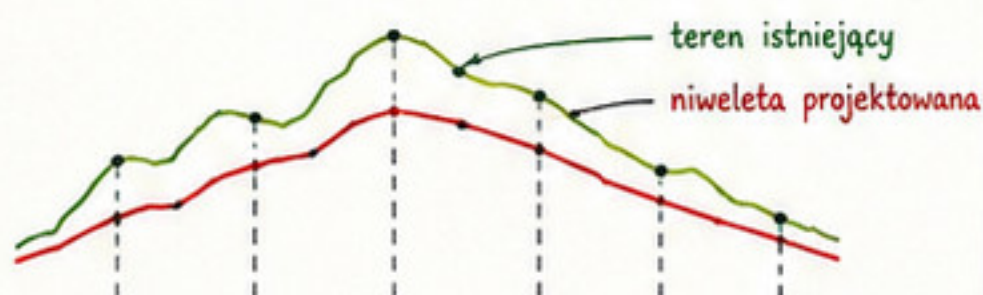


## SKALA POZIOMA I PIONOWA

W profilach często stosuje się różne skale poziomą i pionową.

Przewyższenie pionowe sprawia, że nachylenia wydają się bardziej strome.

## PROFIL TERENU A PROFIL PROJEKTOWANY



## NIWELETA

Niweleta to projektowana wysokość (linia projektowa), która określa przebieg trasy w profilu podłużnym.

## WYKOP I NASYP

Wykop lub nasyp zależy od położenia niwelety względem terenu.

NIWELETA PONIŻEJ TERENU

**WYKOP**



NIWELETA POWYŻEJ TERENU

**NASYP**



## JAK WYKONYWAĆ POMIAR?

- 1 Ustaw oś trasy i oznacz pikietaż.
- 2 Ustaw instrument na stanowisku.
- 3 Zmierz wysokość tyczki w punkcie.
- 4 Przenieś się do następnego punktu.
- 5 Powtarzaj pomiary wzdłuż osi.
- 6 Zakończ pomiar na punkcie kontrolnym.



## PO CO PROFIL?

- Ocena nachyleń terenu
- Projektowanie niwelety
- Analiza wykopów i nasypów
- Projektowanie odwodnienia
- Lokalizacja zmian terenu



## KONTROLA LOGICZNA

- ✓ Ciągłość przebiegu profilu
- ✓ Brak skoków bez przyczyny
- ✓ Sprawdzenie zamknięcia na punkcie kontrolnym
- ✓ Zgodność z sąsiednimi punktami

## TYPOWE BŁĘDY

- Zła lokalizacja pikietażu
- Pomyłka w odczycie
- Pominięcie punktu załamania
- Błędna redukcja wysokości
- Złe zamknięcie pomiaru



Na podstawie poniższych danych narysuj profil podłużny. Zaznacz punkty i połącz je linią.

| Pikietaż     | 0+000  | 0+020  | 0+040  | 0+060  |
|--------------|--------|--------|--------|--------|
| H terenu (m) | 100,00 | 100,40 | 101,20 | 100,90 |

Najwyższy punkt:  
**0+040**



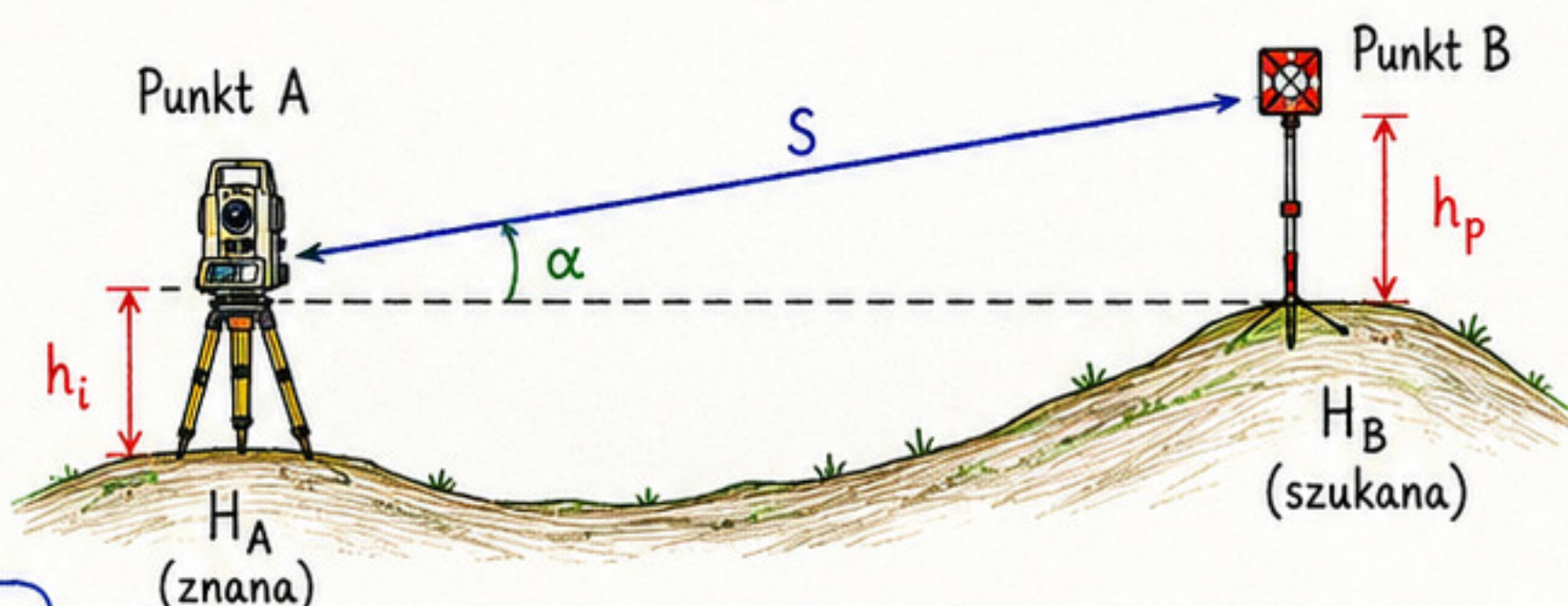
Profil pokazuje, jak wysokość zmienia się wraz z odległością wzdłuż konkretnej osi.



# 94 NIWELACJA TRYGONOMETRYCZNA

## CO TO JEST NIWELACJA TRYGONOMETRYCZNA?

To metoda, w której różnice wysokości określa się na podstawie odległości między punktami oraz kąta pionowego (kąta nachylenia).



## OZNACZENIA

$S$  – odległość skośna między A i B  
 $\alpha$  – kąt pionowy (od poziomu)  
 $h_i$  – wysokość instrumentu  
 $h_p$  – wysokość celu (pryzmatu)  
 $H_A$  – wysokość punktu A (znana)  
 $H_B$  – wysokość punktu B (szukana)

## SKŁADOWA PIONOWA

$$v = S \times \sin \alpha$$

## WYSOKOŚĆ PUNKTU

$$H_B = H_A + h_i + S \times \sin \alpha - h_p$$

## PRZYKŁAD OBLICZENIA

$H_A = 120,000 \text{ m}$   
 $h_i = 1,600 \text{ m}$   
 $S = 50,000 \text{ m}$   
 $\alpha = +6^\circ$   
 $h_p = 2,000 \text{ m}$

Składowa pionowa:

$$v = S \times \sin \alpha = 50,000 \times \sin 6^\circ \approx 5,226 \text{ m}$$

Wysokość punktu B:

$$H_B = 120,000 + 1,600 + 5,226 - 2,000$$

$$H_B \approx \underline{\underline{124,826 \text{ m}}}$$

## CO OZNACZA ZNAK KĄTA?

$\alpha > 0$  – punkt B jest wyżej od poziomu instrumentu.

$\alpha < 0$  – punkt B jest niżej od poziomu instrumentu.

## KĄT ZENITALNY

$$\alpha = 90^\circ - z$$

Uwaga: nie podstawiaj  $z$  bezpośrednio, jeśli wzór oczekuje kąta od poziomu.

## JEŚLI ZNAMY ODLEGŁOŚĆ POZIOMĄ

$$v = D \times \tan \alpha$$

$$H_B = H_A + h_i + v - h_p$$

Przykład:

$$D = 100,000 \text{ m}$$

$$\alpha = 3^\circ$$

$$v = 100,000 \times \tan 3^\circ$$

$$v \approx 5,241 \text{ m}$$

## DLACZEGO $h_i$ i $h_p$ SĄ TAK WAŻNE?

$h_i$  dodajemy,  
 $h_p$  odejmujemy,  
 bo odnosimy się do poziomu punktu na gruncie.

## BŁĄD 10 cm w $h_p$ !

Rzeczywiste  $h_p = 2,000 \text{ m}$

Wpisane  $h_p = 1,900 \text{ m}$

Różnica = 0,100 m (10 cm)

Wynik może przesunąć się o około 10 cm!

## GDZIE METODA JEST PRZYDATNA?

- duże różnice wysokości
- teren stromy
- punkty niedostępne
- wieże i konstrukcje
- tachimetr
- szybkie pomiary sytuacyjno-wysokościowe



## NIWELACJA GEOMETRYCZNA A TRYGONOMETRYCZNA

| Niwelacja geometryczna                                                                                                                                                 | Niwelacja trygonometryczna                                                                                                                       |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• wymaga widoczności na poziomie</li> <li>• większa dokładność na krótkich odległościach</li> <li>• niwelator + łąta</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• wykorzystuje kąt i odległość</li> <li>• szybsza na dużych odległościach</li> <li>• tachimetr</li> </ul> |

## DŁUŻSZE ODLEGŁOŚCI

uwzględnij:

- krzywiznę Ziemi
- refrakcję
- warunki atmosferyczne



## KONTROLA

- obserwacja wsteczna
- drugi stanowisko
- punkt o znanej wysokości
- sprawdzaj  $h_i$  i  $h_p$

## NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

- zły znak kąta
- mylenie  $z$  z  $\alpha$
- niepoprawne  $h_i$
- niepoprawne  $h_p$
- radiany zamiast stopni
- użycie  $D$  zamiast  $S$  w niewłaściwym wzorze

## MINI ĆWICZENIE

$$H_A = 100,000 \text{ m}$$

$$h_i = 1,500 \text{ m}$$

$$S = 20,000 \text{ m}$$

$$\alpha = 0^\circ$$

$$h_p = 2,000 \text{ m}$$

$$H_B = \underline{\underline{99,500 \text{ m}}}$$

$$\alpha = 0^\circ \rightarrow$$

$$\sin \alpha = 0 \rightarrow$$

$$v = 0$$

$$H_B = 100,000 + 1,500 - 2,000$$

$$= 99,500 \text{ m}$$



Niwelacja trygonometryczna nie kończy się na  $S \times \sin \alpha$  — aby otrzymać wysokość punktu, trzeba uwzględnić również wysokość instrumentu i celu.



# 95 WARSTWICE W ALTIMETRII

## 1 PRZYPOMNIENIE

Warstwica łączy punkty o tej samej wysokości.



Przykład warstwicy: linia 105 m

## 2 JAK POWSTAJE MAPA WARSTWICOWA?

POMIAR WYSOKOŚCI



PUNKTY H



INTERPOLACJA



PUNKTY O TEJ SAMEJ H



WARSTWICE



## 3 CIĘCIE WARSTWICOWE

Przykład poziomów warstwicowych: 100 m, 102 m, 104 m, 106 m ...

Cięcie: 2 m.

## 4 DOBÓR CIĘCIA

- skala
- rzeźba terenu
- cel opracowania
- wymagana szczegółowość

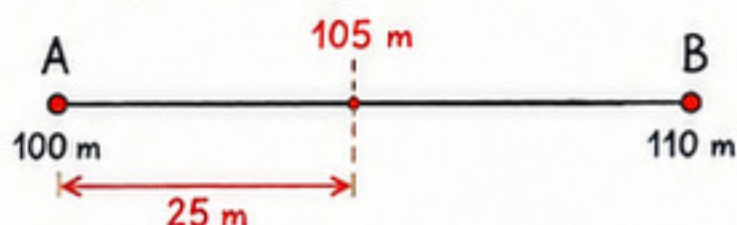
Mniejsze cięcie pokazuje subtelniejsze zmiany wysokości, ale tworzy gęstszą siatkę warstwic.

## 5 INTERPOLACJA

Ponieważ punkty pomiarowe nie leżą wszędzie, wysokości pomiędzy nimi wyznaczamy interpolacją. Na tej podstawie znajdziemy punkty o tej samej wysokości i poprowadzimy warstwice.

## 6 PRZYKŁAD 1

A = 100 m B = 110 m AB = 50 m  
Szukamy warstwicy 105 m.



105 m leży w połowie odcinka, 25 m od punktu A.

## 7 PRZYKŁAD 2

A = 100 m B = 188 m AB = 40 m  
Szukamy warstwicy 102 m.



Różnica wysokości = 8 m, potrzeba 2 m.  
 $2/8 = 0,25$ .  $0,25 \times 40 \text{ m} = 10 \text{ m}$  od A.

## 8 INTERPOLACJA LINIOWA – WZÓR DYDAKTYCZNY

$$d_x = d_{AB} \times \frac{H_x - H_A}{H_B - H_A}$$

$d_x$  – odległość od punktu A do warstwicy  $H_x$

$d_{AB}$  – odległość między punktami A i B

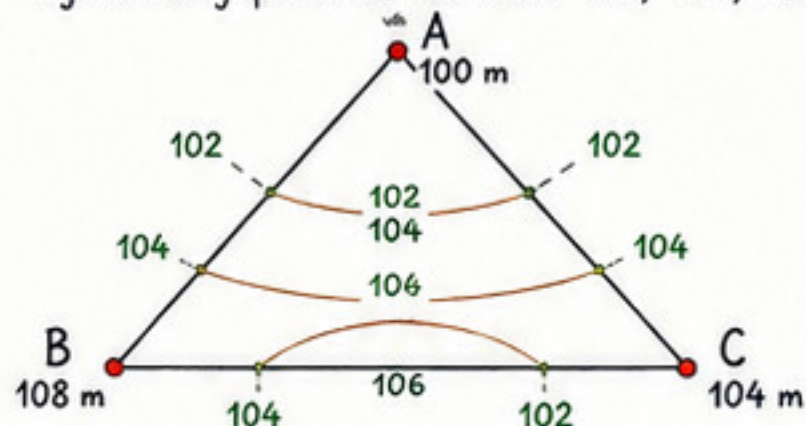
$H_A$  – wysokość punktu A

$H_B$  – wysokość punktu B

$H_x$  – wysokość szukanej warstwicy

## 9 WARSTWICE NA TRÓJKĄCE PUNKTÓW

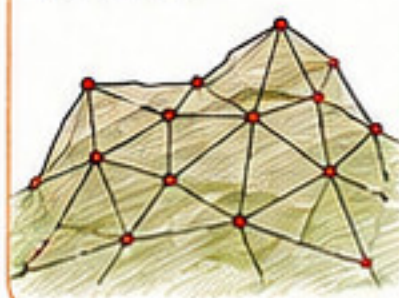
A = 100 m, B = 188 m, C = 104 m  
Wyznaczamy położenie warstwic 102, 104, 106 m.



Po wyznaczeniu punktów o tej samej wysokości na bokach, łączymy je płynnie, tworząc warstwice.

## 10 TIN – IDEA

Numeryczne modele terenu często dzielą obszar na trójkąty (TIN). W każdym trójkącie interpolujemy wysokości i wyznaczamy warstwice.

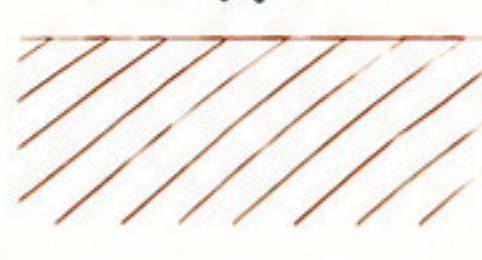


## 11 GĘSTOŚĆ WARSTWIC

Duże odstępstwa = łagodny stok



Jednostajny stok



Małe odstępstwa = stromy stok



Zmiana nachylenia



## 12 FORMY TERENU

Wzgórze



Wysokości rosną ku środkowi.

Zagłębienie



Wysokości maleją ku środkowi.

Dolina



Warstwice tworzą „V” skierowane pod górę.

Grzbiet



Warstwice tworzą „V” skierowane w dół.

## 13 WARSTWICE I CIEK WODNY

Cieki wodne zwykle przecinają warstwice prostopadle (w przybliżeniu). Woda płynie z wyższych ku niższym wysokościami.



## 14 BŁĘDY W TWORZENIU WARSTWIC

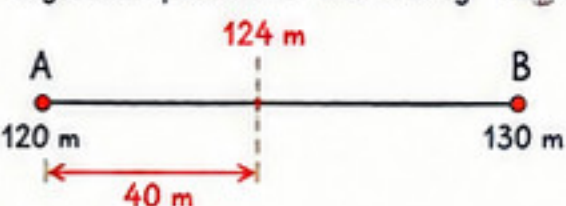
1. Przecinanie się warstwic.
2. Niezamknięte warstwice.
3. Niespójne „V” w dolinach.
4. Zbyt gwałtowne załamania.
5. Warstwice niezgodne z danymi.

## 15 NAJWAŻNIEJSZA ZASADA

Warstwice są tak dobre, jak dobre są dane wysokościowe.

## 16 ĆWICZENIE

A = 120 m B = 130 m AB = 100 m  
Wyznacz położenie warstwicy 124 m.



Różnica = 10 m, potrzeba 4 m.  
 $4/10 = 0,4$ .  
 $0,4 \times 100 \text{ m} = 40 \text{ m}$  od punktu A.

## PAMIĘTAJ

Warstwice nigdy nie mogą się przecinać. Zawsze tworzą zamknięte krzywe (poza brzegiem mapy).



WARSTWICE NIE SĄ DOWOLNYM RYSUNKIEM –

ich przebieg wynika z pomierzonych wysokości i interpolacji pomiędzy punktami.



# 96 UKSZTAŁTOWANIE TERENU

## CO OZNACZA UKSZTAŁTOWANIE TERENU?

To ogół form rzeźby powierzchni Ziemi, czyli naturalnych wzniesień, obniżień i nachyleń, które wpływają na spływ wody, roślinność, użytkowanie i zagospodarowanie.

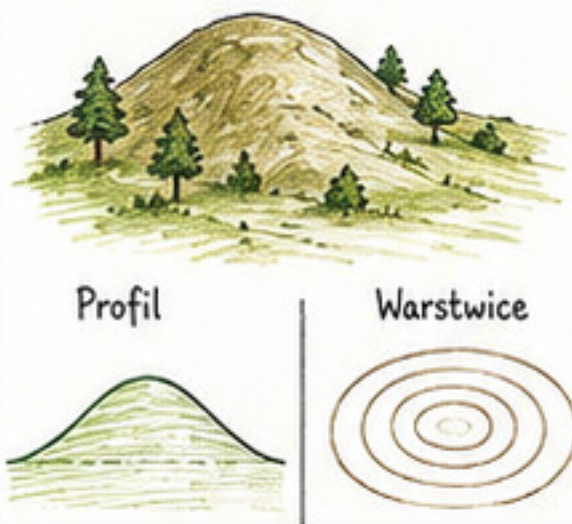


## GŁÓWNE FORMY TERENU

- Wzgórze
- Dolina
- Grzbiet
- Stok
- Siodło
- Zagłębienie
- Płaskowyż / teren względnie płaski

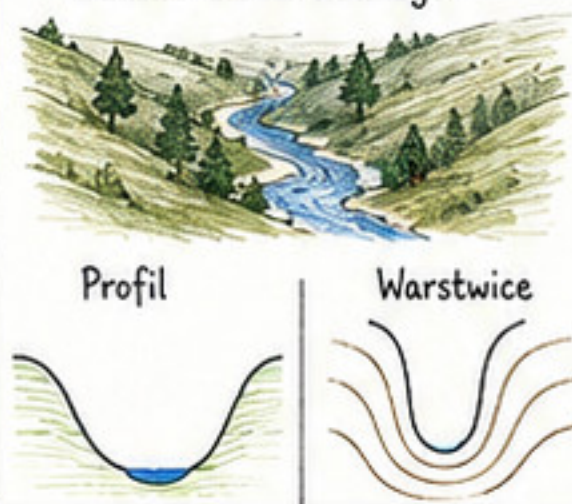
### WZGÓRZE

Wyniesienie o łagodnych stokach.



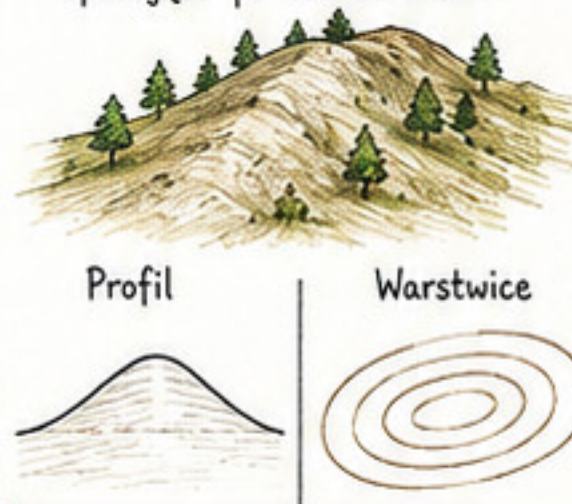
### DOLINA

Obniżenie terenu, zwykle wzdłuż cieku wodnego.



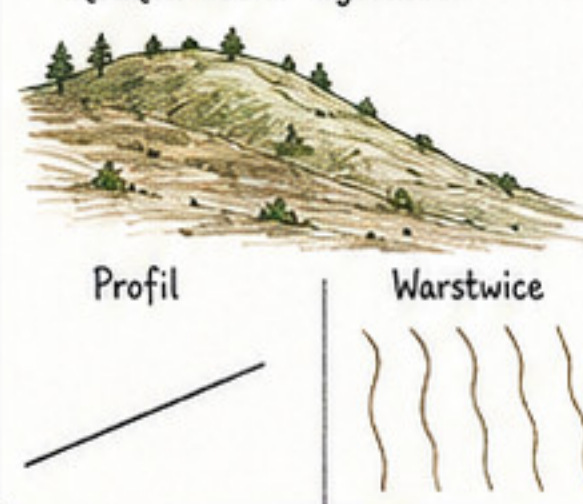
### GRZBIET

Wydłużone wzniesienie, opadające po obu stronach.



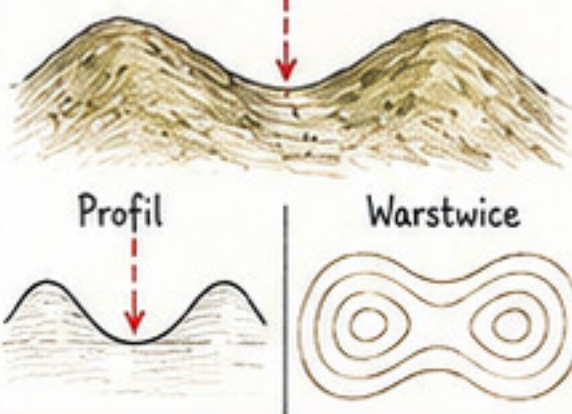
### STOK

Nachylona powierzchnia łącząca różne wysokości.



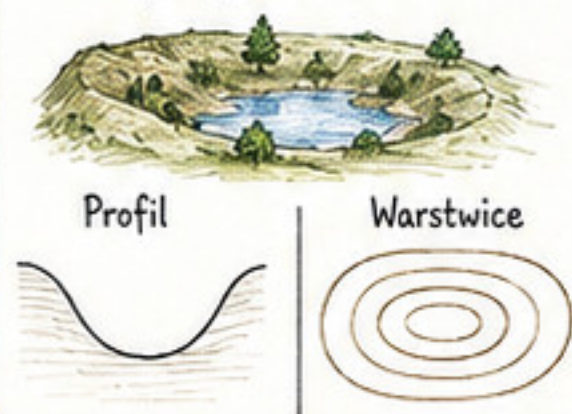
### SIODŁO

Niższe miejsce między dwoma wzniesieniami.



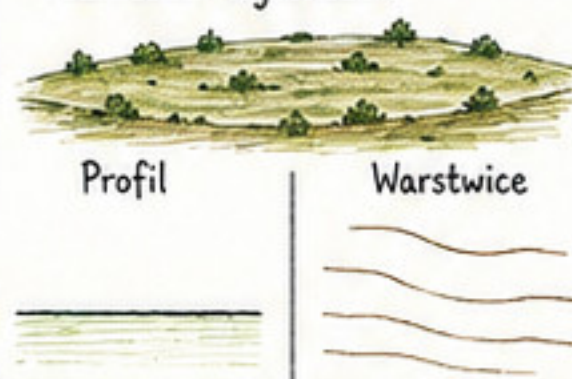
### ZAGŁĘBIENIE

Niższe obszary zamknięte w wyższych formach.



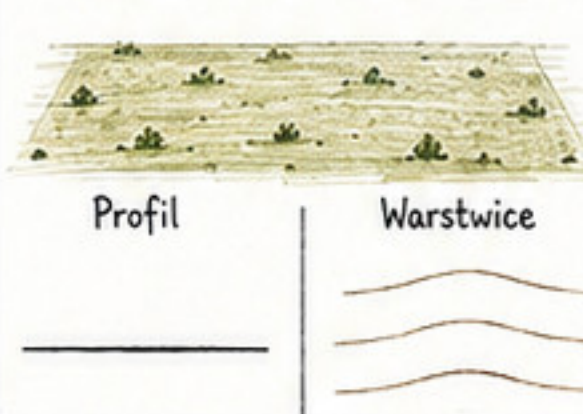
### PŁASKOWYŻ / TEREN WZGLĘDNIE PŁASKI

Rozległy obszar o niewielkich różnicach wysokości.



### TEREN PŁASKI

Prawie brak nachylenia, szerokie lub rzadkie warstwie.



### LINIA NAJWIĘKSZEGO SPADKU

Przebiega prostopadle do warstw w kierunku spadku.



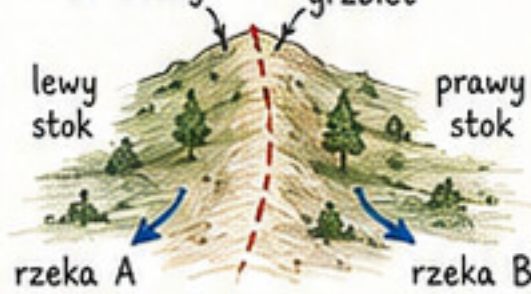
### KIERUNEK SPŁYWU WODY

Woda spływa z wyższych miejsc do niższych.



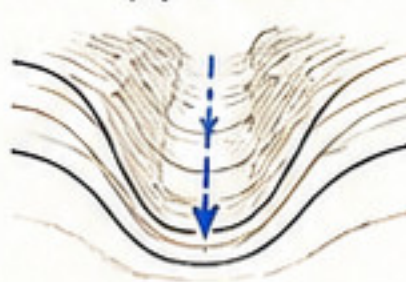
### DZIAŁ WODNY

Grzbiet rozdziela wody spływające do różnych dorzeczy.



### NAJNIŻSZA LINIA DOLINY

Dno doliny, którym często płynie woda.



### SKARPA

Stromy stok. Warstwie są bardzo blisko siebie.



### WYPUKŁY STOK

Staje się coraz łagodniejszy w dół.



### WKŁĘŚŁY STOK

Staje się coraz stromszy w dół.



### ANALIZA TERENU KROK PO KROKU

- 1 Zidentyfikuj formy terenu (wzniesienia, doliny, grzbiety).
- 2 Określ kierunek spływu wody.
- 3 Znajdź linie działów wodnych.
- 4 Oceń nachylenie i stromość stoków.
- 5 Zwróć uwagę na skarpy i zagłębienia.
- 6 Wyciągnij wnioski dla projektu.

### ZNACZENIE PRAKTYCZNE

- drogi i dojazdy
- odwodnienie
- lokalizacja budynków
- roboty ziemne
- stabilność skarp
- kierunki spływu



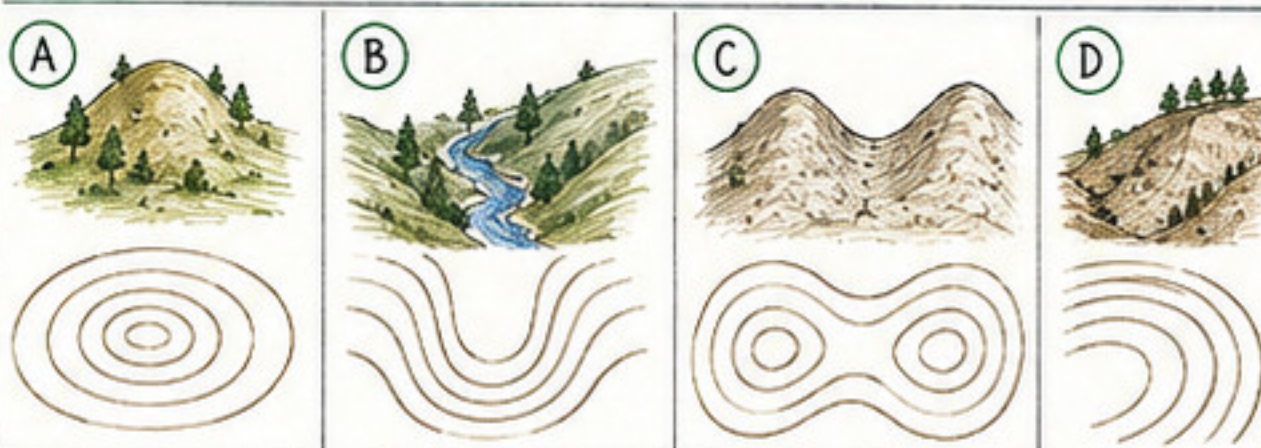
### PRZYKŁAD PROJEKTOWY

Na podstawie mapy i terenu rozpoznaj:

- spadek
- kierunek odpływu
- różnica wysokości
- potrzeba robót ziemnych



### ROZPOZNAJ: WZGÓRZE, DOLINĘ, SIODŁO, STROMY STOK



### ⚠️ PAMIĘTAJ!

Zawsze interpretuj rzeźbę terenu łącznie z kontekstem: wodą, glebą, roślinnością i użytkowaniem ziemi.

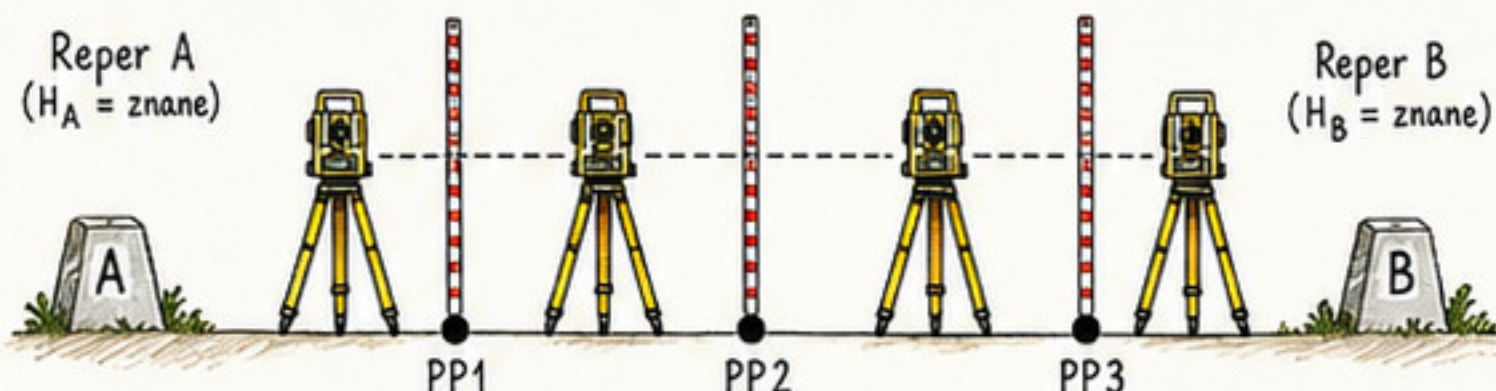




# 97 KONTROLA NIWELACJI

## DLACZEGO KONTROLUJEMY NIWELACJĘ?

Każdy pomiar obarczony jest niepewnością. Kontrola sprawdza, czy łączny efekt błędów mieści się w dopuszczalnych granicach.



## NAJLEPSZY PRZPADEK KONTROLNY

Zacznij na znanym reperze i zakończ na innym, niezależnym znanym reperze.

$$\Delta H_{\text{znane}} = H_B - H_A$$

$$\Delta H_{\text{pom}} = \sum BS - \sum FS$$

$$f_h = \Delta H_{\text{pom}} - \Delta H_{\text{znane}}$$

## PRZYKŁAD LICZBOWY

$$\begin{aligned} H_A &= 100,000 \text{ m} \\ H_B &= 101,250 \text{ m} \\ \Delta H_{\text{znane}} &= H_B - H_A = +1,250 \text{ m} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \sum BS &= 6,845 \text{ m} \\ \sum FS &= 5,583 \text{ m} \\ \Delta H_{\text{pom}} &= \sum BS - \sum FS = +1,262 \text{ m} \end{aligned}$$

$$f_h = \Delta H_{\text{pom}} - \Delta H_{\text{znane}} = +0,012 \text{ m} \text{ czyli } +12 \text{ mm}$$

## CO ZROBIĆ Z WYNIKIEM?

- Oblicz  $|f_h|$ .
- Porównaj  $|f_h|$  z kryterium tolerancji.
- Jeśli mieści się w kryterium - idź dalej. Jeśli nie - rozpocznij analizę i działania korygujące.

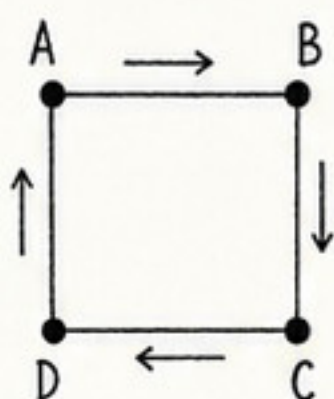
## NIE MA JEDNEJ UNIWERSALNEJ TOLERANCJI DLA WSZYSTKICH NIWELACJI.

Wymaganie zależy od rodzaju pracy, metody pomiarowej, długości ciągu, klasy pomiaru oraz obowiązujących przepisów i wytycznych technicznych.

## PĘTLA ZAMKNIĘTA

Jeśli punkt startu = punktowi końcowemu, to  $\Delta H_{\text{znane}} = 0$ , a zatem:

$$f_h = \sum BS - \sum FS$$



## KONTROLA RACHUNKOWA

- Zgodność liczby stanowisk i odczytów.
- $\sum BS$  i  $\sum FS$  policzone poprawnie.
- Jednostki odczytów (metry).
- Poprawne znaki wysokości i różnic.
- Sprawdzenie działania na kalkulatorze.

## KONTROLA TERENOWA

- Stabilność instrumentu i łąt.
- Widoczność i brak przeszkód w linii celowej.
- Brak refrakcji, drgań i zakłóceń.
- Poprawne ustawienie łąt pionowo.
- Dokładne identyfikowanie punktów.

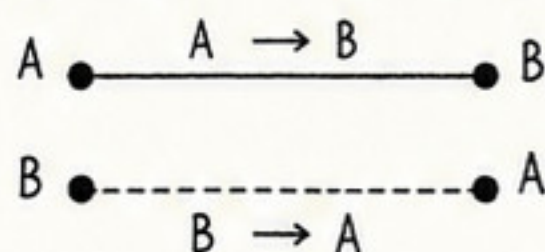
## ODCZYTY PODWÓJNE

Na każdym stanowisku odczyt wstecz i odczyt w przód.



## NIWELACJA TAM I Z POWROTEM

Wykonaj pomiar w obu kierunkach.



## RÓŻNICA POMIĘDZY PRZEJŚCIAMI

$$\begin{aligned} A \rightarrow B &= +2,435 \text{ m} \\ B \rightarrow A \text{ po zmianie znaku} &= +2,427 \text{ m} \\ \hline \text{Różnica} &= 0,008 \text{ m} \end{aligned}$$

## KONTROLA PUNKTÓW POŚREDNICH

- Powtarzaj wybrane punkty.
- Włącz dodatkowe repery kontrolne.
- Wykonuj niezależne linie niwelacyjne.



## CO ZROBIĆ PO PRZEKROCZENIU TOLERANCJI?

- Sprawdź obliczenia i znaki.
- Zweryfikuj wszystkie odczyty.
- Sprawdź dziennik pomiarowy i szkice.
- Oceń warunki terenowe i obserwacje.
- Zlokalizuj odcinek o największym wpływie.
- Powtórz pomiary odcinka / ciągu lub całości.
- Zapisz wyniki kontroli i decyzję.



## NIE WYRÓWNUJ BŁĘDU GRUBEGO



Błędu grubego nie wolno ukrywać przez automatyczne rozprowadzanie. Trzeba go znaleźć i usunąć przyczynę.

## PRZYKŁADOWA KARTA KONTROLI

|                     |               |
|---------------------|---------------|
| Reper początkowy R1 | H = 125,000 m |
| Reper końcowy R2    | H = 127,350 m |
| H końcowe z pomiaru | = 127,358 m   |
| $f_h$               | = +0,008 m    |

Kryterium: zgodnie z wymaganiem zadania

Decyzja: **SPEŁNIA** / **NIE SPEŁNIA**



mieści się w kryterium → dalej  
• Wynik akceptowany. Przejdź do dalszych prac.



przekracza → analiza i powtórzenie  
• Wynik nieakceptowany. Wykonaj działania z listy powyżej.



## PAMIĘTAJ

Kontrola zamienia zbiór odczytów w wiarygodny pomiar. Bez zamknięcia lub niezależnego sprawdzenia nie wiesz, jak duży błąd zgromadził cały ciąg.



# 98 BŁĘDY W NIWELACJI

## SKĄD BIORĄ SIĘ BŁĘDY?

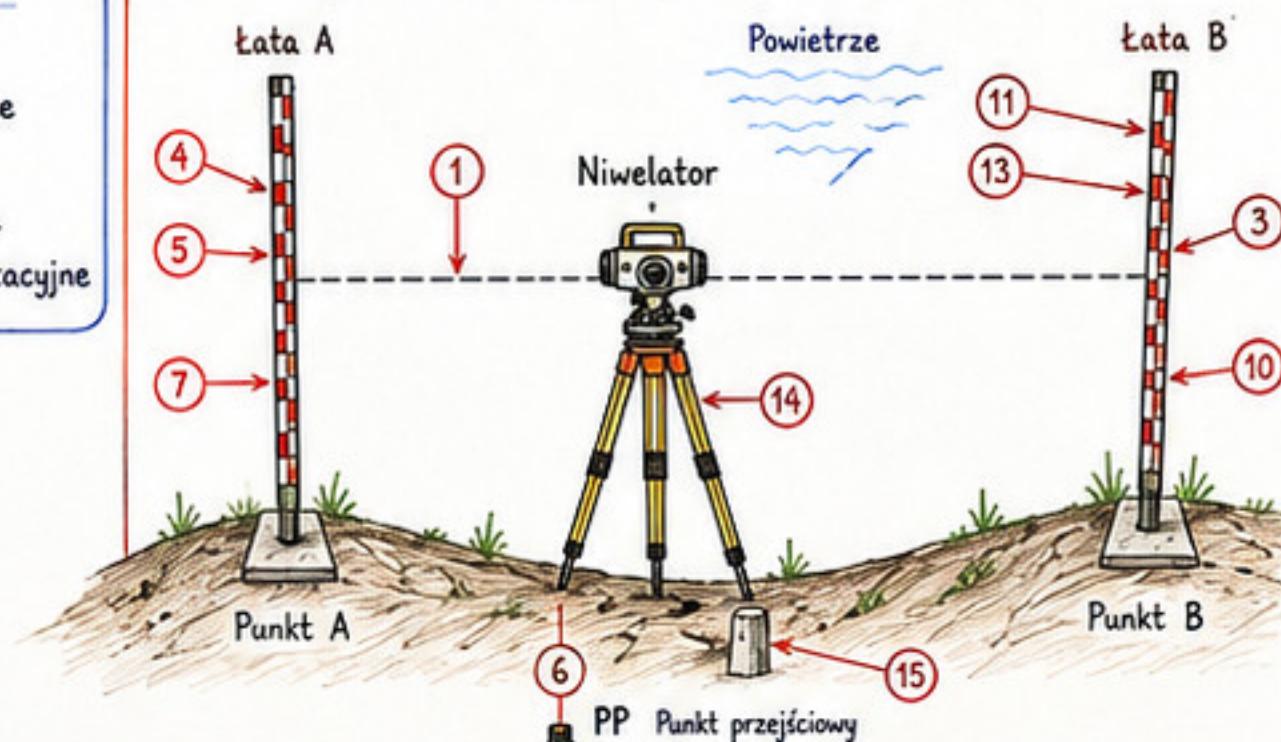


Błędy wynikają z niedoskonałości instrumentów, wpływu człowieka, warunków środowiskowych, stanu punktów i wyposażenia oraz pomyłek w obliczeniach i zapisie. Rozpoznanie źródeł błędów to pierwszy krok do ich ograniczenia.

## GŁÓWNY PODZIAŁ

- Instrumentalne
- Osobowe / obserwacyjne
- Środowiskowe
- Punktów i wyposażenia
- Obliczeniowe i dokumentacyjne

## SCHEMAT NIWELACJI - PUNKTY RYZYKA



### 1. BŁĄD OSI CELOWEJ

Oś celowa nie jest idealnie pozioma. Ograniczanie: sprawdzaj i koryguj poziomowanie instrumentu.



### 2. BŁĄD KOMPENSATORA

Kompensator nie działa poprawnie lub jest źle skalibrowany. Ograniczanie: kontroluj działanie kompensatora przed pracą.



### 3. PARALAKSA

Siatka i obraz nie są w tym samym ognisku - odczyt może być błędny. Objaw: pozorna zmiana odczytu przy ruchu oka.

Rozwiązanie:

1. Wyostrz siatkę.
2. Wyostrz obraz.
3. Sprawdź ponownie odczyt.



### 4. ŁATA POCHYLONA

Łata nie jest ustawiona pionowo.

✓ pionowa ✗ pochylona



Odczyt będzie zbyt duży.

### 5. OSIADANIE ŁATY

Łata zapada się w miękkim gruncie.

Ograniczanie: używaj ostróg i twardego podłoża pod łatą.



### 6. PRZESUNIĘCIE PUNKTU PRZEJŚCIOWEGO

PP zostaje przypadkowo przesunięty po odczytach.

Ograniczanie: oznacz PP i nie zmieniaj jego położenia.



### 7. ODCZYT Z NIEWŁAŚCIWEGO MIEJSCA ŁATY

Odczyt wykonany poza osią krzyża celowego lub z niewłaściwej podziałki.

Ograniczanie: odczytuj dokładnie w środku krzyża i właściwą skalę.



### 8. BŁĄD ZAPISU

Błędne przepisanie odczytu.

Przykład: 1,268 m zapisano jako 1,286 m.

Różnica wynosi 18 mm.



### 9. ZAMIANA BS I FS

Pomylenie odczytów wstecznych (BS) i wprzód (FS).

Ograniczanie: zapisuj natychmiast i weryfikuj logikę niwelacji.



### 10. ZBYT DŁUGA CELOWA

Zbyt długa celowa zwiększa wpływ błędów środowiskowych i instrumentu.

Ograniczanie: utrzymuj podobne i możliwie krótkie celowe.



### 11. REFRAKCJA

Załamanie promieni nad nagrzanymi powierzchniami (np. asfalt, beton, nagrany dach).

Ograniczanie: pracuj rano/wieczorem lub skracaj celowe.



### 12. DRGANIA POWIETRZA

Drżania powodują „migotanie” celu, co utrudnia dokładny odczyt.

Ograniczanie: skracaj celowe, unikaj gorących powierzchni.



### 13. WIATR

Wiatr porusza łatą i zwiększa niepewność odczytu.

Ograniczanie: ostaniaj łatę, pracuj przy mniejszym wietrze.



### 14. NIESTABILNY STATYW

Statyw się chwieje - odczyty są niestabilne.

Ograniczanie: rozstaw statyw szeroko i mocno dociśnij.



### 15. BŁĄD REPERU

Reper uszkodzony, niestabilny lub źle zidentyfikowany.

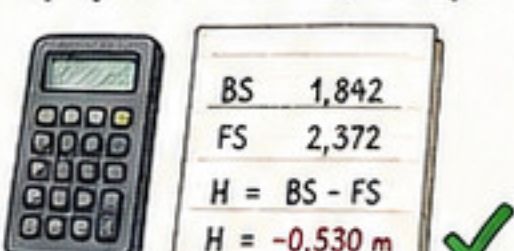
Ograniczanie: sprawdzaj stan reperu i jego identyfikację.



### 16. BŁĘDY OBLICZENIOWE

Pomyłki w obliczeniach i redukcjach.

Ograniczanie: sprawdzaj obliczenia, używaj kontroli zamknięcia ciągów.



### DLACZEGO RÓWNE CELOWE POMAGAJĄ?

$$BS = FS$$

Gdy celowe wsteczna i wprzód są zbliżone, błędy systematyczne osi celowej częściowo się znoszą.



### BŁĘDY GRUBE vs MAŁE ODCHYLENIA

#### BŁĘDY GRUBE

- duże pomyłki
- widoczne objawy
- zniekształcają wyniki
- należy je znaleźć i usunąć

#### MAŁE ODCHYLENIA

- niewielkie różnice
- często przypadkowe
- wpływają mało
- wyrównuje je statystyka

Błąd grubo należy znaleźć i usunąć, a nie wyrównywać.

### JAK OGRANICZAĆ BŁĘDY?

- ✓ Sprawdzaj instrument przed pracą.
- ✓ Utrzymuj podobne i możliwie krótkie celowe.
- ✓ Ustawiaj łatę pionowo.
- ✓ Stosuj stabilne punkty przejściowe (PP).
- ✓ Unikaj skrajnych warunków pogodowych.
- ✓ Prowadź czytelny dziennik pomiarowy.
- ✓ Zamykaj ciągi i kontroluj różnice wysokości.
- ✓ Powtarzaj podejrzane odczyty.

### CHECKLISTA PRZED KAŻDYM ODCZYTEM

- ✓ Instrument wypoziomowany i sprawdzony.
- ✓ Statyw stabilny.
- ✓ Łata ustawiona pionowo.
- ✓ Celowa odpowiednia.
- ✓ Cel w centrum krzyża celowego.
- ✓ Odczyt zapisany poprawnie.



### PODSUMOWANIE MODUŁU 5

1. Poznałeś źródła błędów w niwelacji.
2. Wiesz, jak je rozpoznawać i ograniczać.
3. Rozumiesz znaczenie równych celowych.
4. Potrafisz pracować systematycznie i bezpiecznie.
5. Kontrolujesz poprawność toku niwelacji.
6. Prowadzisz dokładne zapisy i sprawdzasz wyniki.



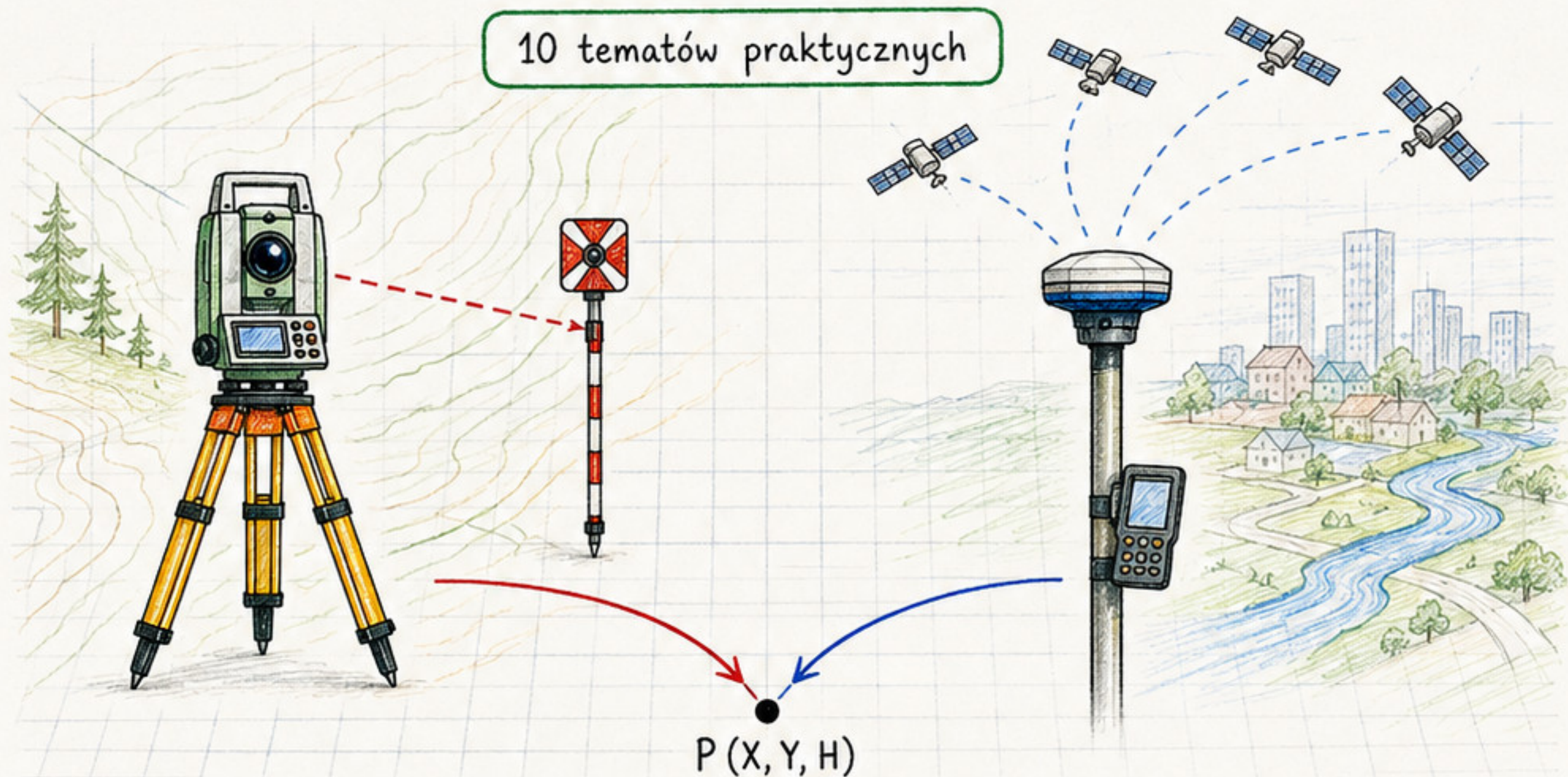
Najlepszą ochroną przed błędem jest system pracy, w którym każdy ważny wynik można niezależnie sprawdzić.



# TACHIMETR I GPS

Nowoczesne pomiary, tyczenie, GNSS, RTK i dane przestrzenne

10 tematów praktycznych



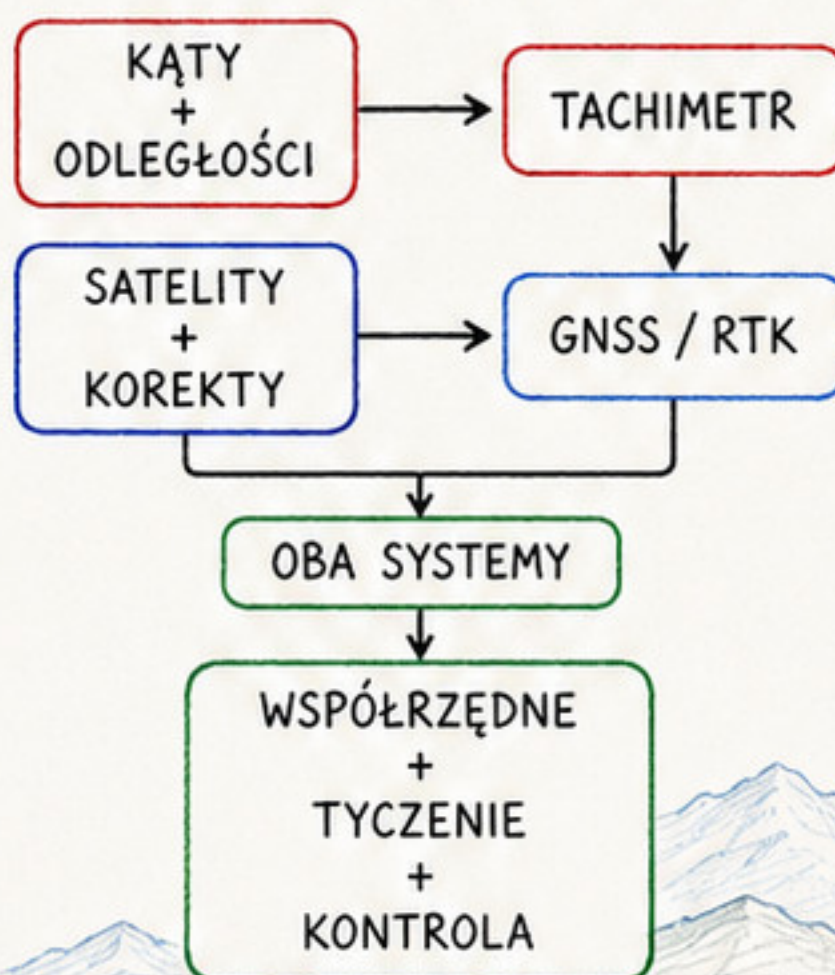
Połącz pomiar kątów, odległości i sygnałów satelitarnych w jeden nowoczesny system pracy terenowej.

## W TYM MODUŁE

- pomiary tachimetrem
- ustawienie i orientacja
- współrzędne
- tyczenie
- GPS RTK
- konfiguracja GNSS
- poprawki RTK
- UTM
- sieci CORS
- fotogrametria i drony



## OD TEORII DO PRAKTYKI



## CEL MODUŁU



Po tej części czytelnik będzie rozumiał pełny proces pomiaru terenowego: od konfiguracji i kontroli układu współrzędnych, przez zapis współrzędnych, aż po wykorzystanie danych w terenie.

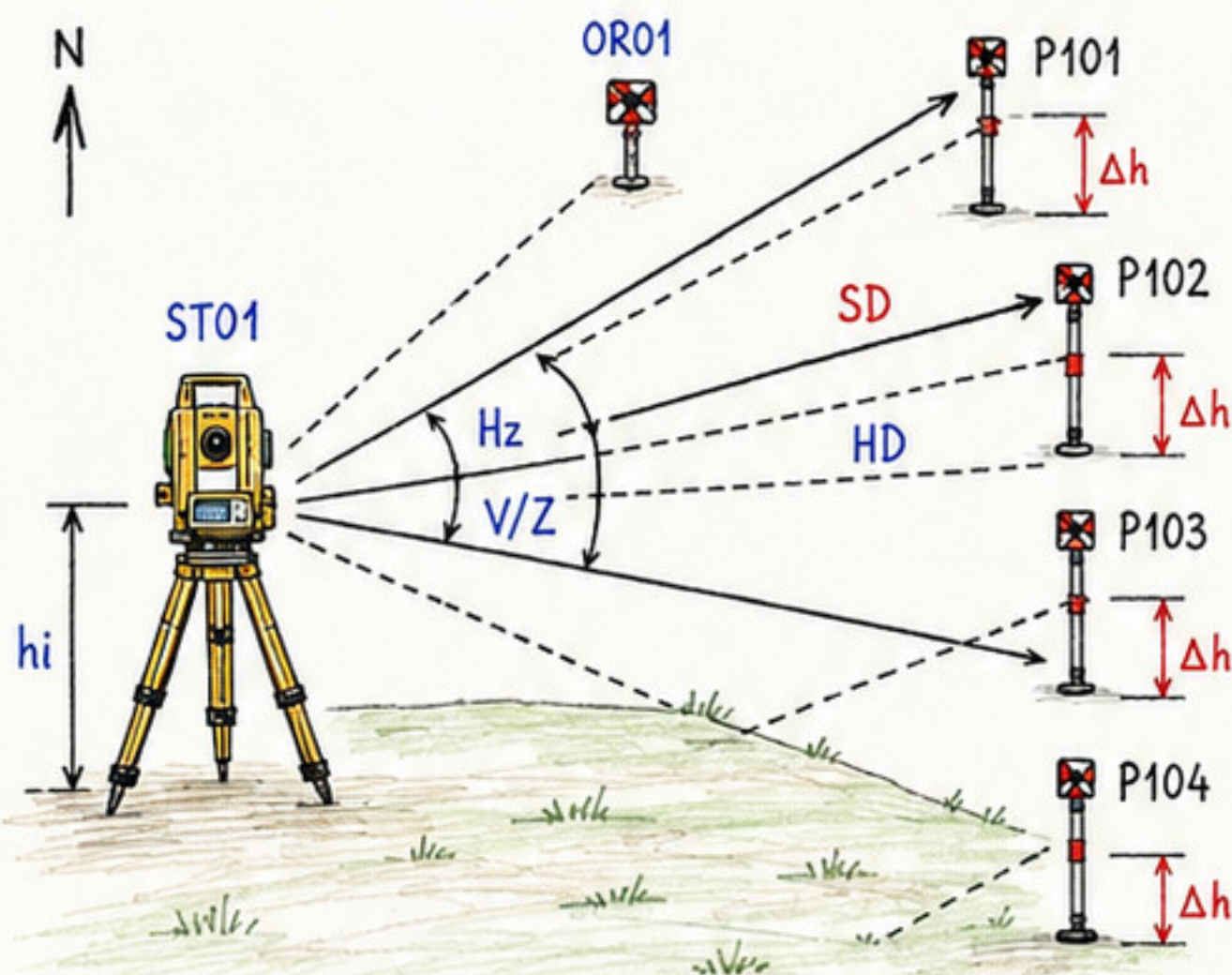
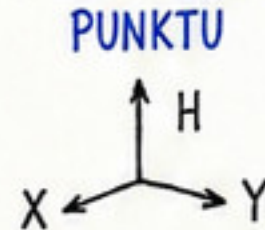
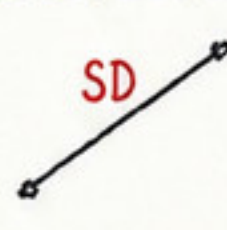
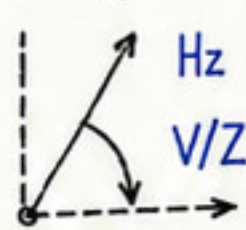


# 100 POMIARY TACHIMETREM

## CO OZNACZA POMIAR TACHIMETREM?

To jednoczesne wykorzystanie obserwacji kątowych i odległościowych do wyznaczenia położenia punktów w przestrzeni.

STANOWISKO + ORIENTACJA + KĄT + ODLEGŁOŚĆ = WSPÓŁRZĘDNE PUNKTU



## CO REJESTRUJE TACHIMETR?

- numer punktu
- kod
- kąt poziomy
- kąt pionowy lub zenitalny
- odległość skośną (SD)
- odległość poziomą (HD)
- różnicę wysokości (Δh)
- współrzędne X, Y, H

## TRZY NAJCZĘSTSZE ZADANIA

- ① Pomiar sytuacyjny  
→ położenie obiektów w planie
- ② Pomiar sytuacyjno-wysokościowy  
→ X, Y i H
- ③ Tyczenie  
→ przenoszenie punktów projektowych do terenu

## PRZYGOTOWANIE STANOWISKA

- ✓ 1. Wybierz stabilny punkt.
- ✓ 2. Rozstaw statyw.
- ✓ 3. Zamocuj tachimetr.
- ✓ 4. Wycentruj instrument.
- ✓ 5. Wypoziomuj.
- ✓ 6. Sprawdź ponownie centrowanie.
- ✓ 7. Zmierz wysokość instrumentu (hi).

## DANE STANOWISKA

ST01

X = 5420,350 m  
Y = 3180,720 m  
H = 126,840 m  
hi = 1,635 m



Dane muszą pochodzić z właściwego projektu i układu współrzędnych.

## ORIENTACJA

Możliwości orientacji:

- ① Punkt o znanych współrzędnych
- ② Znany azymut
- ③ Stanowisko wolne z kilku znanych punktów



## PUNKT ORIENTACYJNY

OR01

X = 5500,000 m  
Y = 3250,000 m  
H = 127,150 m



Tachimetr obserwuje OR01 i na jego podstawie określa orientację.



## ORIENTACJA ≠ GOTOWOŚĆ DO POMIARU

Po orientacji:  
zmierz niezależny punkt kontrolny.

## PRZYKŁAD KONTROLI

K1 znany: X = 5480,000 m Y = 3160,000 m  
Pomiar: X = 5480,007 m Y = 3159,994 m  
ΔX = +0,007 m ΔY = -0,006 m

Akceptacja różnic zależy od wymagań zadania.



## POMIAR PUNKTU SYTUACYJNEGO

Operator pryzmatu:

- Ustaw pryzmat nad punktem.
- Wypoziomuj tyczkę.
- Zachowaj pion.
- Potwierdź gotowość.



Operator tachimetru:

- Wskaż pryzmat.
- Sprawdź odczyty.
- Zapisz punkt (numer i kod).
- Przejdź do następnego.



## PRZYKŁAD PUNKTU

Pkt 1105  
Kod KRAW\_DROGI  
hp = 2,000 m  
HD = 45,284 m  
X = 5462,415 m  
Y = 3202,770 m  
H = 126,420 m



## KODOWANIE

Przykładowe kody:  
BUD\_NAR KRAW\_DROGI  
OGR SLUP  
STUD DRZ

Dobry kod pozwala później automatycznie rozpoznać obiekt.



## POMIAR Z PRYZMATEM

Najczęściej stosowany. Dobra dokładność i zasięg. Stosuj do prac wymagających precyzji.



## POMIAR BEZLUSTROWY

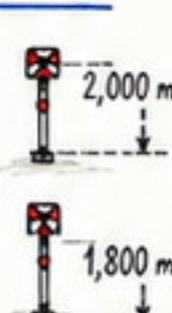
Stosowany do trudno dostępnych obiektów, elewacji, zboczy, mediów. Sprawdź krawędzie, aby EDM nie mierzył powierzchni za punktem rzeczywistym.



## ZMIANA WYSOKOŚCI PRYZMATU

Jeśli hp zmienia się z 2,000 m → 1,800 m:

Najpierw zmień ją w instrumencie, potem wykonaj pomiar.



## KONTROLA W TRAKCIE PRACY

- Sprawdź libellę.
- Sprawdź centrowanie.
- Kontroluj OR01.
- Mierz punkt kontrolny K1 co określony czas.
- Sprawdź stabilność statywu.



## PO NARUSZENIU STATYWU

Nie kontynuuj pomiarów! Powtórz centrowanie, sprawdź poziomowanie i orientację.

## ZMIANA STANOWISKA

1. Zakończ pomiary na bieżącym stanowisku.
2. Zapisz dane i wykonaj kontrolę końcową.
3. Zdemontuj instrument i przenieś statyw.
4. Powtórz przygotowanie stanowiska.
5. Wykonaj orientację i kontrolę.



## ZAKOŃCZENIE PRACY

1. Wykonaj kontrolę końcową (K1).
2. Zapisz i wyeksportuj dane.
3. Zrób kopię zapasową danych.
4. Wyłącz instrument.
5. Zabezpiecz i spakuj sprzęt.



## NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

- ✗ zły punkt stanowiska
- ✗ błędna orientacja
- ✗ niewłaściwe hi
- ✗ niewłaściwe hp
- ✗ zła stała pryzmatu
- ✗ pomiar do niewłaściwego celu
- ✗ błędny kod
- ✗ brak kontroli końcowej



## PAMIĘTAJ

Profesjonalny pomiar tachimetrem zaczyna się od kontroli stanowiska i kończy kontrolą stanowiska. Współrzędne na ekranie instrumentu same w sobie nie są dowodem poprawności pomiaru.

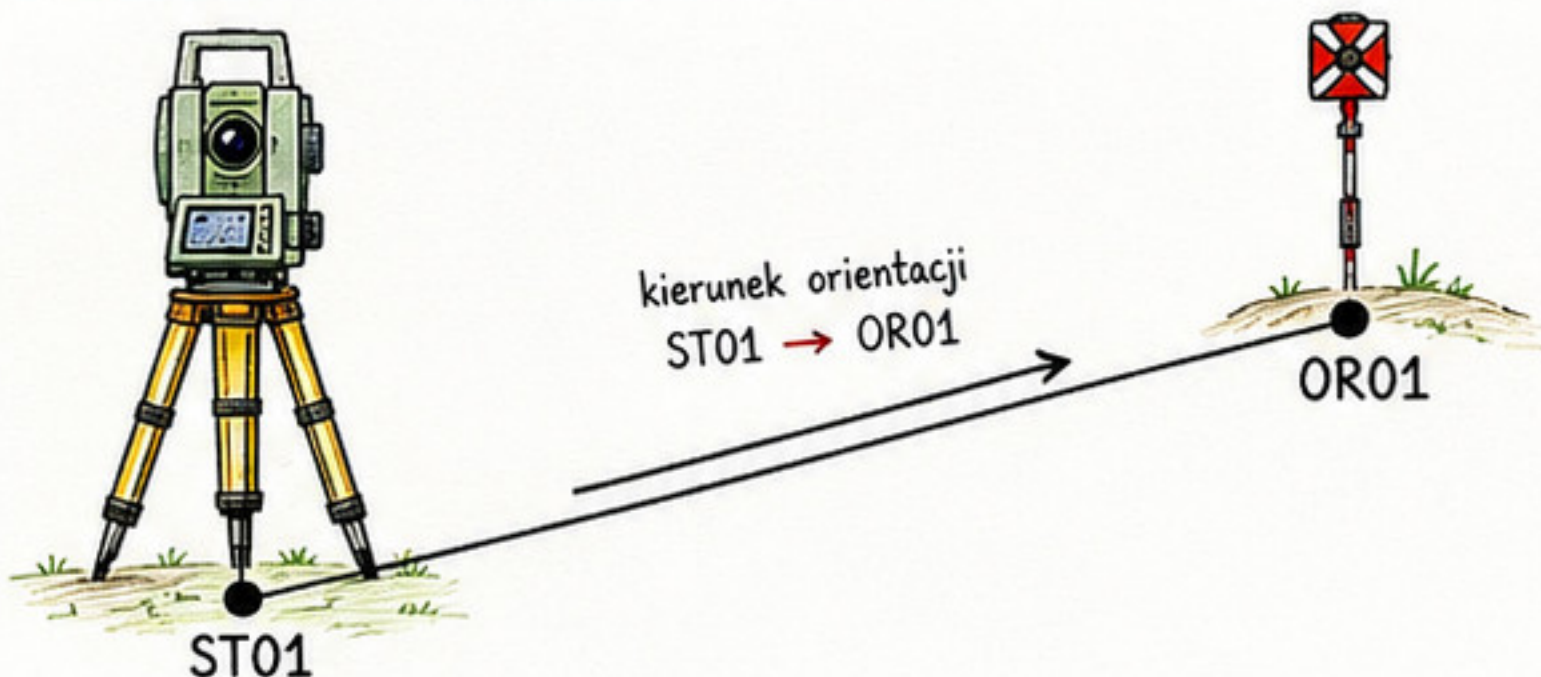


# 101 USTAWIENIE I ORIENTACJA TACHIMETRU

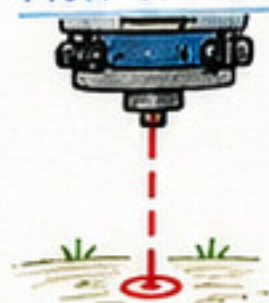
## DWA ETAPY

**USTAWIENIE** →  
gdzie dokładnie znajduje się instrument?

**ORIENTACJA** →  
w jakim kierunku zwrócony jest układ pomiarowy?



### PION OPTYCZNY



### POZIOM ELEKTRONICZNY



## ETAP 1 — STATYW



- ustaw środek głowicy nad punktem,
- rozstaw nogi szeroko i stabilnie,
- dopasuj wysokość,
- dociśnij stopki,
- sprawdź przybliżony poziom.

## ETAP 2 — CENTROWANIE

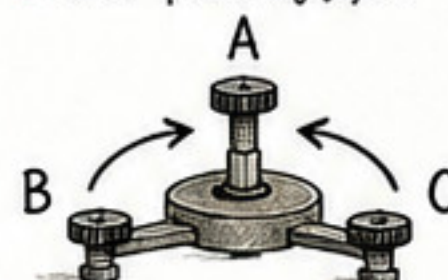
Oś pionowa instrumentu musi przechodzić dokładnie przez ST01.

**CENTROWANIE WSTĘPNE**  
na oko lub z pionem optycznym

**CENTROWANIE DOKŁADNE**  
pion optyczny lub pion laserowy.

## ETAP 3 — POZIOMOWANIE

- użyj libelli sferycznej,
- poziomu elektronicznego,
- śrub poziomujących.



### KOLEJNOŚĆ

- 1 pracuj parą śrub A+B,
- 2 obróć instrument,
- 3 skoryguj trzecią śrubę,
- 4 powtarzaj do wycentrowania bańki.

## ETAP 4 — WYSOKOŚĆ INSTRUMENTU

$h_i$  = wysokość instrumentu.  
Mierz od punktu stanowiska do właściwego znaku wysokości instrumentu.



### PRZYKŁAD

$h_i = 1,647 \text{ m}$

⚠ Nie zgaduj wysokości.  
Błąd w  $h_i$  bezpośrednio wpływa na wysokości obliczanych punktów.

## ETAP 5 — DANE STANOWISKA

ST01:  
 $X = 4000,000 \text{ m}$   
 $Y = 2500,000 \text{ m}$   
 $H = 120,000 \text{ m}$   
 $h_i = 1,647 \text{ m}$

## ETAP 6 — PUNKT ORIENTACYJNY

OR01:  
 $X = 4100,000 \text{ m}$   
 $Y = 2500,000 \text{ m}$

Orientację zawsze opieraj na rzeczywistych współrzędnych i przyjętym układzie.

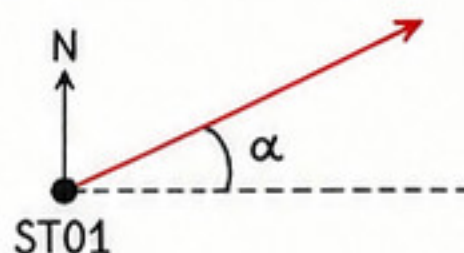
## ORIENTACJA PRZEZ WSPÓŁRZĘDNE

Zadanie odwrotne: znane współrzędne ST01 (X, Y) i OR01 (X, Y).  
Instrument wylicza kierunek orientacji.

ST01 (X, Y) → OR01 (X, Y)

## ORIENTACJA PRZEZ AZYMUT

Ustaw kierunek orientacji na znany azymut przyjęty w układzie.



## ORIENTACJA PRZEZ WOLNE STANOWISKO

Znane punkty: P1, P2, P3.  
Instrument sam wyznacza stanowisko i kierunek orientacji.



## DLACZEGO TRZECI PUNKT JEST CENNY?

Daje kontrolę nad jakością obliczeń i pomaga wykryć błędne dane.

## KONTROLA ORIENTACJI

Po zatwierdzeniu stanowiska zmierz punkt kontrolny K i sprawdź:  $\Delta X$ ,  $\Delta Y$ ,  $\Delta H$  i różnicę kierunku.

## PRZYKŁAD — PUNKT KONTROLNY K

K — znane współrzędne

$X = 4050,000 \text{ m}$   
 $Y = 2580,000 \text{ m}$

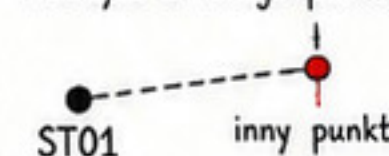
K — zmierzone współrzędne

$X = 4050,009 \text{ m}$   
 $Y = 2580,005 \text{ m}$

Porównaj odchyłki z wymaganiami pracy.

## BŁĄD CENTROWANIA

Instrument nie stoi w punkcie ST01 → mierzysz z innego punktu.



## BŁĄD ORIENTACJI

Zły kierunek orientacji → obrót wszystkich punktów.



## BŁĄD STANOWISKA

Złe współrzędne ST01 → przesunięcie całej realizacji.



## CZERWONA CHECKLISTA PRZED ROZPOCZĘCIEM

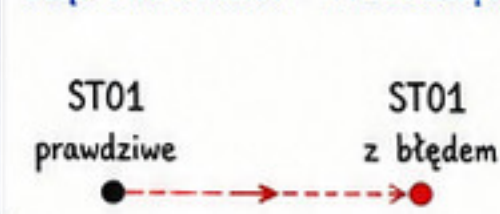
- ✗ numer stanowiska niepewny
- ✗ pion poza punktem
- ✗  $h_i$  niezmierzone
- ✗ poziom poza tolerancją
- ✗ OR bez kontroli

→ NIE ROZPOCZYNAJ POMIARU

- ✓ punkt właściwy
- ✓ stanowisko
- ✓ centrowanie
- ✓ orientacja
- ✓ poziomowanie
- ✓ punkt kontrolny
- ✓  $h_i$

→ GOTOWE

## BŁĄD STANOWISKA = PRZESUNIĘCIE



## BŁĄD ORIENTACJI = OBRÓT



## PAMIĘTAJ

Centrowanie odpowiada na pytanie: **gdzie** stoi instrument.  
Orientacja odpowiada na pytanie: **w którą stronę** patrzy układ pomiarowy.  
Błąd w jednym lub w drugim etapie wpływa na wszystkie kolejne punkty.



# 102 POMIAR WSPÓŁRZĘDNYCH

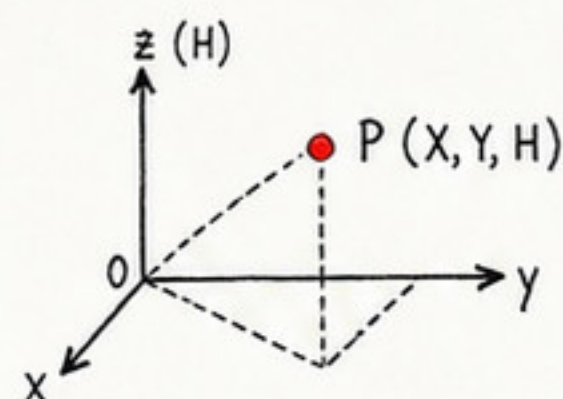
## CO OZNACZA POMIAR WSPÓŁRZĘDNYCH?

Celem pomiaru współrzędnych jest jednoznaczne określenie położenia punktu w przyjętym układzie odniesienia.

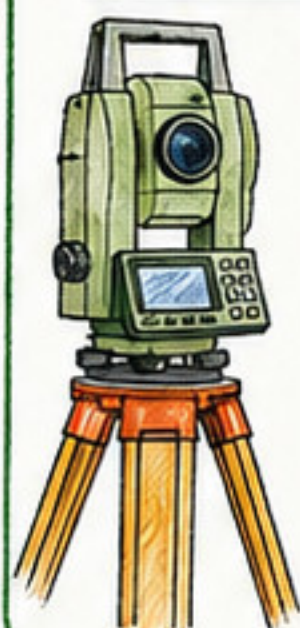
## PUNKT W PRZESTRZENI

$P(X, Y, H)$

$X, Y$  – współrzędne poziome  
 $H$  – wysokość



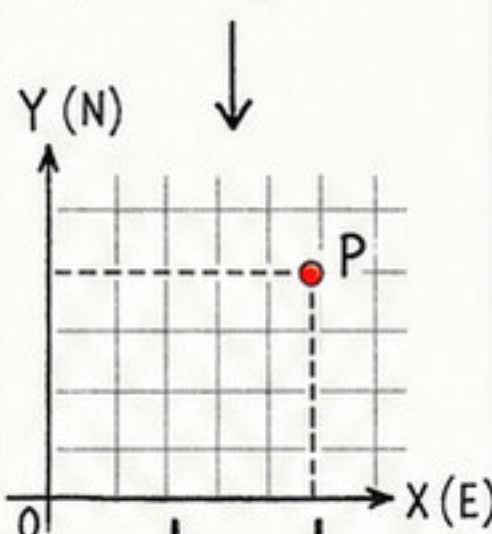
## TACHIMETR – JAK POWSTAJĄ WSPÓŁRZĘDNE?



- STANOWISKO
- ORIENTACJA
- $H_z$  – kąt poziomy
- $V/Z$  – kąt pionowy
- ODLEGŁOŚĆ – pomiar dystansu
- $h_i/h_p$  – wysokość instrumentu i pryzmatu

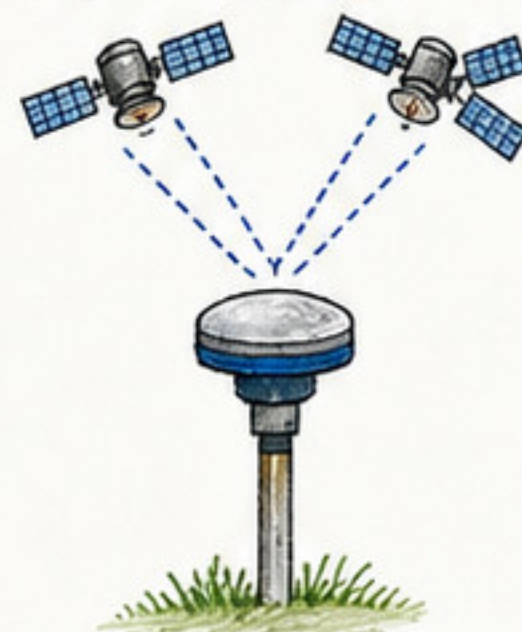
$X, Y, H$  punktu

Obie drogi prowadzą do jednego celu: położenia punktu.



## GNSS – JAK POWSTAJĄ WSPÓŁRZĘDNE?

- SYGNAŁY SATELITARNE
- OBSERWACJE
- KOREKTY
- SYSTEM ODNIESIENIA
- TRANSFORMACJA



$X, Y, H / E, N, H$

## PRZYKŁAD TACHIMETRYCZNY

ST01  $X = 1000,000$  m  $Az = 45^\circ$   
 $Y = 1000,000$  m  $HD = 20,000$  m  
 $H = 100,000$  m

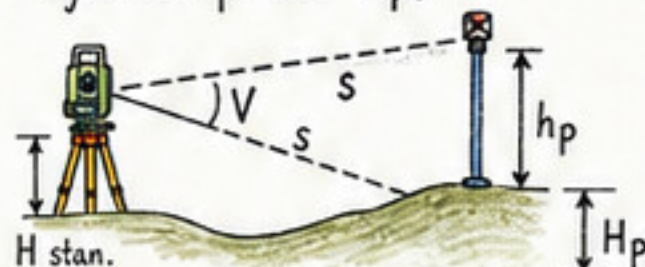
$\Delta X = 20 \times \cos 45^\circ \approx 14,142$  m

$\Delta Y = 20 \times \sin 45^\circ \approx 14,142$  m

P:  $X \approx 1014,142$  m  
 $Y \approx 1014,142$  m

## WYSOKOŚĆ PUNKTU

Jeśli znamy  $H$  stanowiska,  $h_i$ , kąt pionowy oraz odległość i  $h_p$  pryzmatu, możemy obliczyć wysokość punktu  $H_p$ .



## PRZYKŁAD EKRANU

Pkt 2104  
 $X = 5840,214$  m  
 $Y = 7162,885$  m  
 $H = 128,335$  m  
Kod = STUD

## WSPÓŁRZĘDNE LOKALNE

Pierwszy punkt przyjmuje współrzędne np.:

$X = 1000,000$  m  
 $Y = 1000,000$  m

Zastosowania:

- małe budowy
- ćwiczenia
- lokalne układy robocze



## KOLEJNOŚĆ X/Y

NIE ZAKŁADAJ AUTOMATYCZNIE, ŻE KAŻDY PROGRAM ZAPISUJE OSIE W TEJ SAMEJ KOLEJNOŚCI.

Sprawdzaj kolejność:  $X/Y, N/E, E/N$ .

## PRZYKŁAD BŁĘDU ZAMIANY

Poprawnie:  
 $E = 500\,000$   $N = 5\,700\,000$

Po zamianie:  
 $E = 5\,700\,000$   $N = 500\,000$

Punkt może znaleźć się całkowicie poza obszarem projektu!



## NUMER PUNKTU

Współrzędne bez unikalnego numeru łatwo pomylić.

Dobra praktyka: każdy punkt ma numer, kod, opis.



## WSPÓŁRZĘDNE PAŃSTWOWE/PROJEKTOWE

- ✓ nazwa układu odniesienia
- ✓ jednostki (m)
- ✓ strefa
- ✓ transformacja
- ✓ wysokości (układ wysokościowy)

## POMIAR PUNKTU KILKUKROTNI

- ✓ obserwuj ponownie
- ✓ zmierz ze stanowiska drugiego
- ✓ porównaj GNSS z tachimetrem



## PRZYKŁAD POWTÓRZENIA

| Pomiar 1       | Pomiar 2       | Różnica |
|----------------|----------------|---------|
| $X = 1020,015$ | $X = 1020,011$ | 4 mm    |
| $Y = 2030,020$ | $Y = 2030,024$ | 4 mm    |

## DOKŁADNOŚĆ PUNKTU

Nie zależy tylko od liczby miejsc dziesiętnych. Wpływ mają: instrument, metoda, stanowisko, orientacja, cel, geometria, kontrola.

## TACHIMETR + GNSS

GNSS: punkty kontrolne P1, P2. Tachimetr: ustaw na P1, orientuj na P2, mierz narożniki budynku.



## KONTROLA PRZED EKSPORTEM

- ✓ numery
- ✓ kody
- ✓ układ
- ✓  $X/Y$
- ✓  $H$
- ✓ brak duplikatów
- ✓ punkt kontrolny
- ✓ właściwa jednostka



## NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

- pomieszane osie
- zły układ odniesienia
- współrzędne lokalne w pliku państwowym
- zły punkt stanowiska
- zła orientacja
- błędna wysokość pryzmatu
- podwójny numer punktu



## PAMIĘTAJ

Współrzędne to końcowy wynik całego łańcucha pomiarowego. Jeśli któryś element wcześniej jest błędny – współrzędne też będą błędne.



**CO TO JEST TYCZENIE?**

Tyczenie to przeniesienie z projektu (dokumentacji) położenia punktów na teren w rzeczywiste miejsce.

**POMIAR:**

TEREN → WSPÓŁRZĘDNE

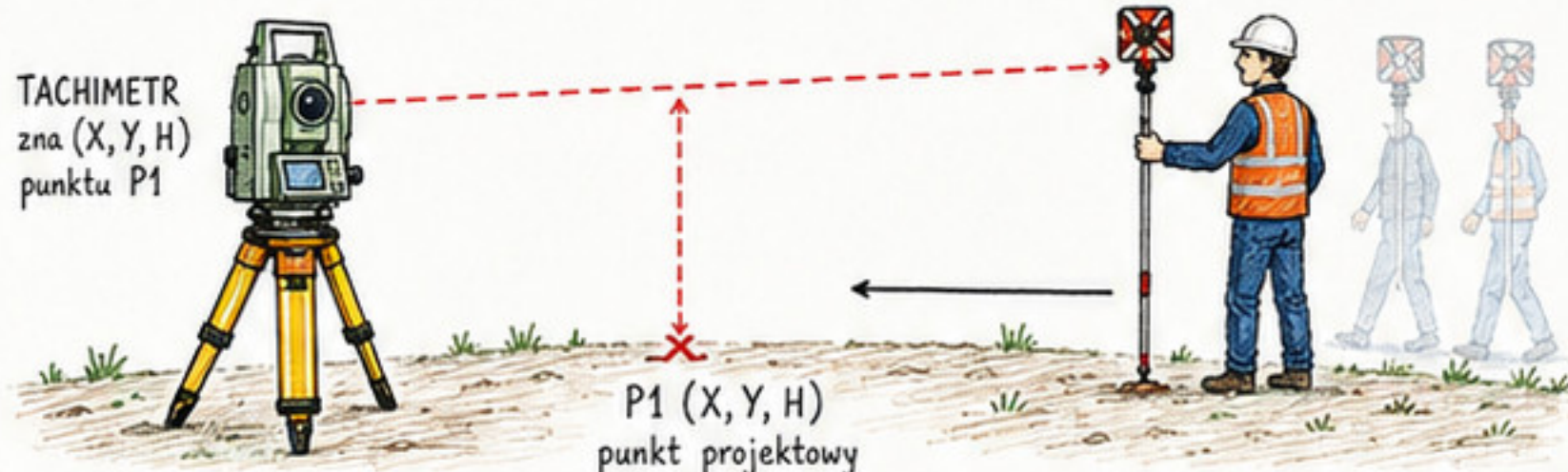
**TYCZENIE:**

WSPÓŁRZĘDNE → TEREN

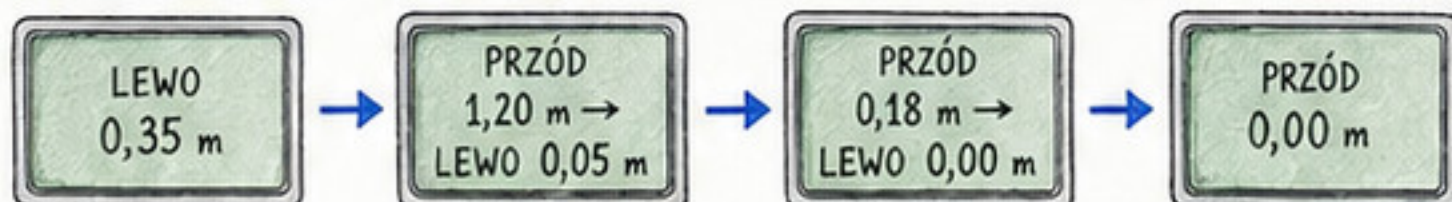
**CO MUSISZ MIEĆ?**

- właściwy projekt
- poprawne współrzędne punktu
- ustawiony tachimetr
- orientację
- pryzmat
- wysokość pryzmatu (hp)
- sposób stabilizacji wytyczonego punktu

Tachimetr zna współrzędne punktu P1.  
Operator pryzmatu porusza się, aż znajdzie lokalizację P1.

**PROCEDURA TYCZENIA**

1. Ustaw tachimetr.
2. Wprowadź dane i orientację.
3. Wybierz punkt do tyczenia.
4. Wprowadź wysokość pryzmatu (hp).
5. Rozpocznij tyczenie.
6. Prowadź operatora pryzmatu do zera.
7. Zastabilizuj punkt w terenie.
8. Wykonaj pomiar kontrolny.

**KOMUNIKATY POZIOME****LEWO/PRAWO**

Wartość dodatnia = idź w lewo.  
Wartość ujemna = idź w prawo.

**PRZÓD/TYL**

Wartość dodatnia = idź do przodu.  
Wartość ujemna = idź do tyłu.

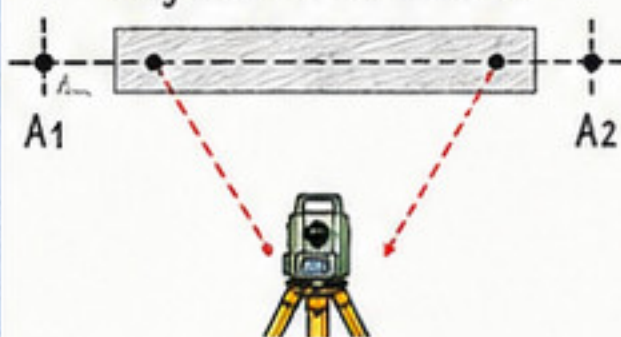
**GÓRA/DÓŁ**

Przykład:  
Projekt H = 126,500 m  
Punkt mierzony H = 126,435 m  
Różnica (GÓRA/DÓŁ) = +0,065 m

Interpretacja: do osiągnięcia poziomu projektowego brakuje 6,5 cm (należy iść w górę).

**TYCZENIE PUNKTU OSI**

Przykład: oś fundamentu.



Wytycz punkty A1 i A2 na osi i zwiery proste odległości od osi (odchyłki).

**TYCZENIE NAROŻNIKA BUDYNKU**

Punkty projektowe:

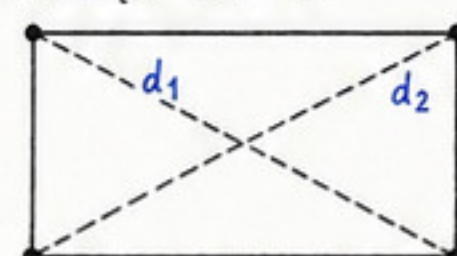
- P1 (X<sub>1</sub>, Y<sub>1</sub>)
- P2 (X<sub>2</sub>, Y<sub>2</sub>)
- P3 (X<sub>3</sub>, Y<sub>3</sub>)
- P4 (X<sub>4</sub>, Y<sub>4</sub>)

Po tyczeniu sprawdź:

- długości boków
- przekątne (d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>)
- kąty prostokątne (90°)

**KONTROLA PRZEKĄTNYCH**

Prostokąt: d<sub>1</sub> ≈ d<sub>2</sub>



Zgodność przekątnych pomaga skontrolować geometrię, ale nie zastępuje kontroli współrzędnych.

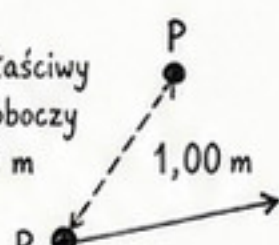
**PUNKT ROBOCZY A PUNKT WŁAŚCIWY**

Często nie można ustawić znacznika dokładnie w punkcie projektowym. Stosuje się punkty robocze (świadki/odprowadzenia), od których łatwo odtworzyć punkt właściwy.

**OFFSET TYCZENIOWY**

Przykład:

- P – punkt właściwy
- P' – punkt roboczy offset 1,00 m



Offset musi być jasno opisany w dokumentacji.

**TYCZENIE WYSOKOŚCI**

Przykłady zastosowań:

- fundament (poziom górny)
- posadzka (rzędna gotowa)
- kanalizacja (dno rury)
- niweleta (profil drogi)
- konstrukcja (rzędne montażowe)

**PRZYKŁAD KANALIZACJI**

Dane:

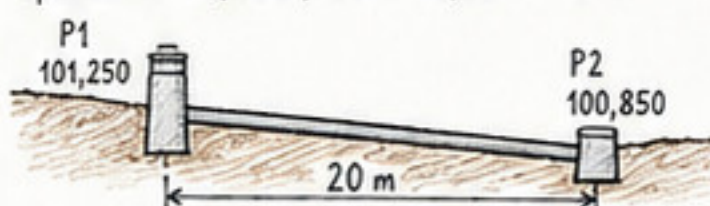
P1: H<sub>proj</sub> = 101,250 m

P2: H<sub>proj</sub> = 100,850 m

Odległość P1-P2 = 20 m

Różnica rzędnych = -0,400 m

Spadek = -0,400 / 20 = -0,02 = -2%

**PO ZNALEZIENIU PUNKTU**

- Powtórz pomiar kontrolny.
- Zapisz rzeczywiste współrzędne.
- Porównaj z projektem.

**ODCHYLENIA PO TYCZENIU**

$$\Delta X = X_{\text{pom}} - X_{\text{proj}}$$

$$\Delta Y = Y_{\text{pom}} - Y_{\text{proj}}$$

$$\Delta H = H_{\text{pom}} - H_{\text{proj}}$$

Przykład:

$$\Delta X = +0,004 \text{ m}$$

$$\Delta Y = -0,003 \text{ m}$$

$$\Delta H = +0,002 \text{ m}$$

**TYCZENIE BEZ KONTROLI STANOWISKA**

Błąd orientacji może przesunąć wszystkie wytyczone punkty.

**NAJGROŹNIEJSZE BŁĘDY**

- zły plik projektu
- niewłaściwy punkt
- złe jednostki
- błędne stanowisko
- zła orientacja
- błędna hp
- pomyłona wysokość projektowa
- brak pomiaru kontrolnego

**CHECKLIST TYCZENIA**

- ✓ projekt poprawny
- ✓ stanowisko sprawdzone
- ✓ punkt kontrolny OK
- ✓ właściwy P
- ✓ hp aktualne
- ✓ punkt zastabilizowany
- ✓ kontrola powykonawcza wykonana

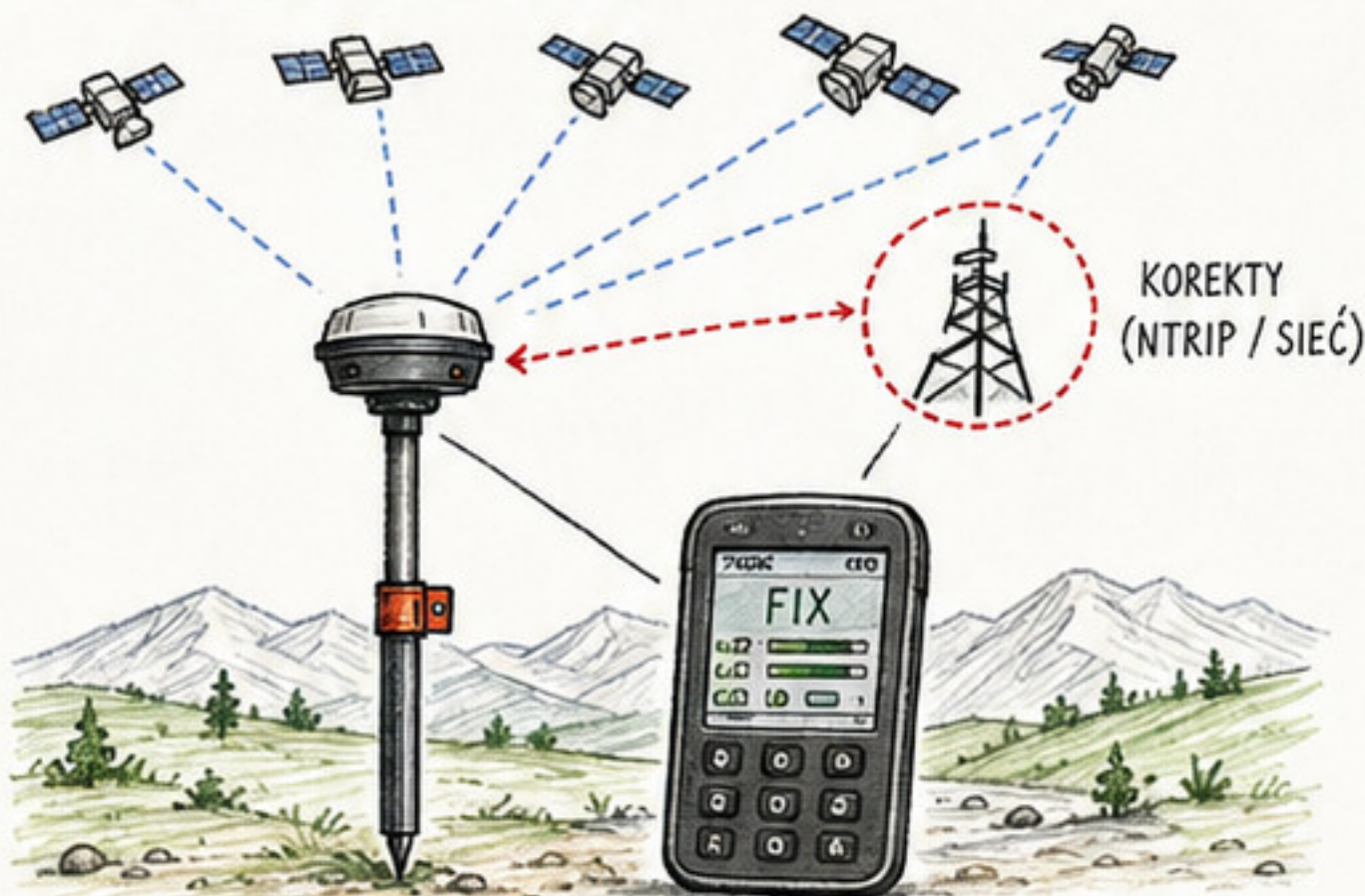
**PAMIĘTAJ**

Znalezienie zera na ekranie to nie wszystko. Punkt musi być poprawnie zastabilizowany i niezależnie sprawdzony.



## CEL PRACY RTK

RTK określa współrzędne w czasie rzeczywistym z wykorzystaniem obserwacji GNSS oraz danych poprawek.



## 1. Przygotuj odbiornik

- Włącz odbiornik i kontroler.
- Sprawdź baterie.
- Odczekaj inicjalizację GNSS.



## 2. Otwórz właściwy projekt

- Wybierz odpowiedni projekt.
- Sprawdź jednostki i strefę.
- Upewnij się, że używasz właściwego układu współrzędnych.



## 3. Połącz się z korektami

- Wybierz źródło korekt (NTRIP / sieć).
- Wprowadź adres, login i hasło.
- Połącz się i sprawdź przepływ poprawek.



## 4. Poczekaj na rozwiązanie

- AUTONOMOUS / SINGLE – brak poprawek
- FLOAT – rozwiązanie przybliżone
- FIX – rozwiązanie stałe



Do prac precyzyjnych w terenie zwykle oczekuje się stabilnego FIX zgodnie z procedurą zadania.

## 5. Sprawdź jakość

- liczba satelitów
- PDOP
- HRMS
- VRMS
- wiek korekt
- status FIX

**FIX**  
28 satelitów  
PDOP = 1,6  
HRMS = 0,011 m  
VRMS = 0,019 m  
wiek korekty = 1,0 s



Nie oceniaj jakości tylko na podstawie jednej liczby.

## 6. Sprawdź wysokość anteny

$$h_{\text{ant}} = 2,000 \text{ m}$$

Jeśli zmieniasz wysokość:  
2,000 m → 1,800 m  
zaktualizuj w kontrolerze.



## 7. Punkt kontrolny

K1 znany:  
E = 500 000,000  
N = 570 000,000  
H = 125,000

RTK zmierzony:  
E = 500 000,014  
N = 569 999,992  
H = 125,021

Różnice:  
+14 mm  
-8 mm  
+21 mm

## 8. Ustaw rover na punkcie

- Grot na środku punktu.
- Tyczka pionowo.
- Wysokość anteny poprawna.
- Brak przeszkód nad anteną (pole widzenia nieba).



## 9. Stabilizacja rozwiązania

Nie zapisuj punktu od razu po pojawieniu się FIX. Oczekaj stabilizację rozwiązania. Obserwuj wartości jakości.



## 10. Pomiar kilku epok

Przykłady:  
• 10 epok  
• 30 epok  
• 60 epok



Wymagany czas zależy od procedury, warunków i oprogramowania.

## 11. Zapis punktu

Przykład:

Pkt 301  
Kod STUD  
E = .....  
N = .....  
H = .....  
Status: **FIX**



## 12. Pomiar powtórzony

Odejdź od punktu, zresetuj rozwiązanie, uzyskaj nowe rozwiązanie i pomownie zmierz punkt.

|          |                |                 |
|----------|----------------|-----------------|
| Pomiar 1 | E = 500120,024 | N = 5700080,010 |
| Pomiar 2 | E = 500120,016 | N = 5700080,017 |

Różnica pozioma: kilka milimetrów.

## TRUDNE WARUNKI



Uwaga na multipath i zasłonięte niebo. Może pogorszyć jakość lub uniemożliwić FIX.

## CO ZROBIĆ, GDY FIX ZNIKA?

- Nie zapisuj punktu.
- Zaczekaj na ponowny FIX.
- Sprawdź źródło korekt.
- Zmień miejsce ustawienia.
- Sprawdź widoczność nieba.

## GNSS NIE WSZĘDZIE JEST NAJLEPSZY

W pobliżu wysokich murów, budynków lub gęstych drzew tachimetr może być bardziej niezawodny.



## PO ZAKOŃCZENIU

- Ponownie zmierz punkt kontrolny (K1).
- Sprawdź brak przesunięcia systematycznego.
- Eksportuj dane do pliku.
- Zapisz informacje o źródle korekt i czasie pracy.

## NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

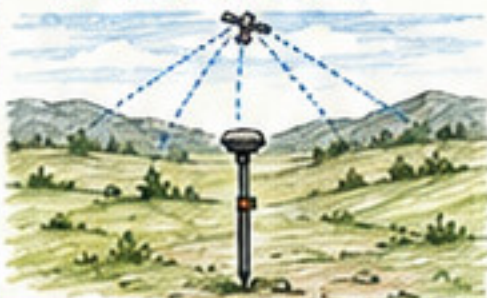
- zły układ
- zła wysokość anteny
- zapis FLOAT
- pochylona tyczka
- brak kontroli
- błędne źródło korekt
- pomiar w multipath



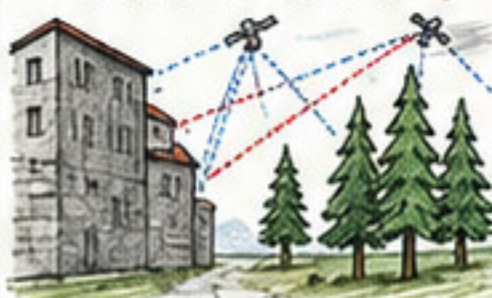
## PAMIĘTAJ

RTK jest szybki, ale szybkość nie zwalnia z konieczności kontroli.

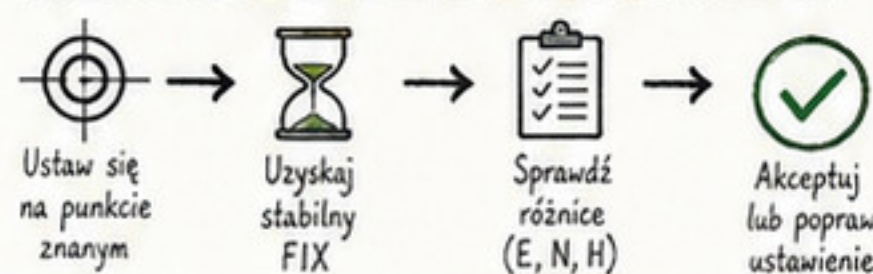
## OTWARTE NIEBO ✓



## ŚCIANA I DRZEWA !



## KONTROLA PUNKTU ZNANEGO – MINI PROCES





# 105 KONFIGURACJA GNSS

## DLACZEGO KONFIGURACJA JEST KLUCZOWA?

Świetny sygnał satelitalny to nie wszystko.  
Błędna konfiguracja może przesunąć cały projekt  
- nawet o dziesiątki metrów.



### 1. PROJEKT

- nazwa projektu
- klient / zadanie
- data
- właściwy katalog



### 2. SYSTEM ODNIESIENIA

- ETRS89
- WGS 84
- właściwy krajowy system dla projektu

Nie wybieraj systemu tylko dlatego, że jego nazwa wygląda znajomo.

### 3. UKŁAD WSPÓŁRZĘDNYCH

- PL-2000
- PL-1992
- lokalny układ projektowy

Wybór musi wynikać z dokumentacji i aktualnych wymagań projektu.

### 4. STREFA

Niektóre układy są podzielone na strefy. Błędna strefa może powodować duże różnice w współrzędnych.



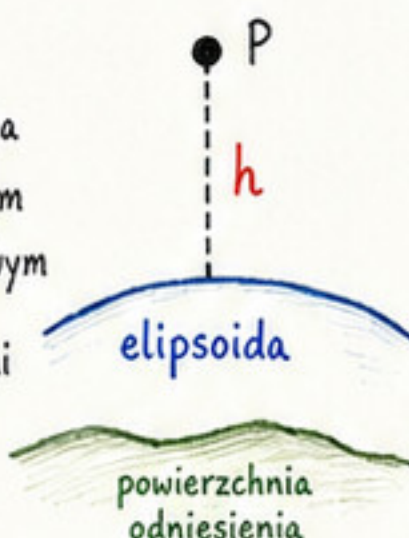
### 5. JEDNOSTKI

- metry (m)
- stopnie / gony, jeśli podawane są kierunki
- format wysokości (m)

### 6. WYSOKOŚĆ

$h$  = wysokość elipsoidalna  
 $H$  = wysokość w krajowym systemie wysokościowym

Wymagany jest odpowiedni model i transformacja.



### 7. MODEL WYSOKOŚCIOWY

Wybierz odpowiedni model geoidy / quasigeoidy lub inny właściwy model transformacji.

Nie używaj losowego modelu wysokościowego.

### 8. ANTENA

- właściwy typ anteny
- właściwy punkt referencyjny anteny (ARP)
- prawidłowy sposób pomiaru wysokości anteny

### WYSOKOŚĆ ANTENY



Odbiornik musi wiedzieć, jaki typ wysokości został wprowadzony.

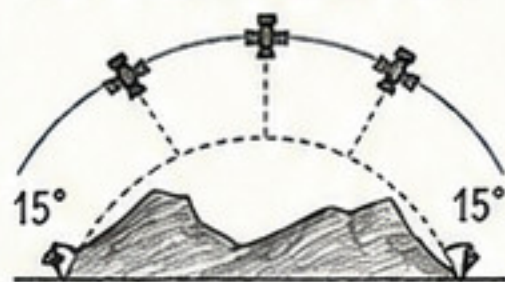
### 9. KONSTELACJE

- GPS
- Galileo
- GLONASS
- BeiDou



W dostępności zwykle używa się wielu systemów razem.

### 10. MASKI ELEWACJI



Nie zmieniaj zaawansowanych parametrów bez zrozumienia ich wpływu na wyniki.

### 11. ŹRÓDŁO KOREKT

- własna baza
- NTRIP / sieć
- właściwy mountpoint



### 12. FORMAT KOREKT

- RTCM (np. RTCM 3.x)
- zwróć uwagę na kompatybilność formatu z odbiornikiem i usługą korekt

### 13. DANE POŁĄCZENIA

- internet
- login
- hasło
- adres usługi
- port
- punkt dostępowy



### 14. PARAMETRY JAKOŚCI

- wymagany status (np. FIX)
- max. wiek korekty
- akceptowalne wskaźniki jakości
- minimalny czas obserwacji

Nie ma jednej, uniwersalnej wartości dla każdego projektu.

### 15. PUNKT KONTROLNY

Po konfiguracji zmierz znany punkt kontrolny.

Jeśli różnica jest duża - najpierw sprawdź:

- układ
- strefę
- transformację
- wysokość anteny
- źródło korekt



### CZERWONE FLAGI KONFIGURACJI

- całkowicie inna skala współrzędnych
- wysokość różniła się o dziesiątki metrów
- przesunięta mapa bazowa
- wszystkie punkty z jednakowym przesunięciem
- punkt kontrolny nie pasuje mimo dobrego FIX

### CHECKLISTA PRZED POMIAREM

- ✓ projekt
- ✓ system odniesienia
- ✓ wkład
- ✓ strefa
- ✓ model wysokości
- ✓ typ anteny
- ✓  $h_{ant}$
- ✓ korekty
- ✓ FIX
- ✓ punkt kontrolny



### PAMIĘTAJ

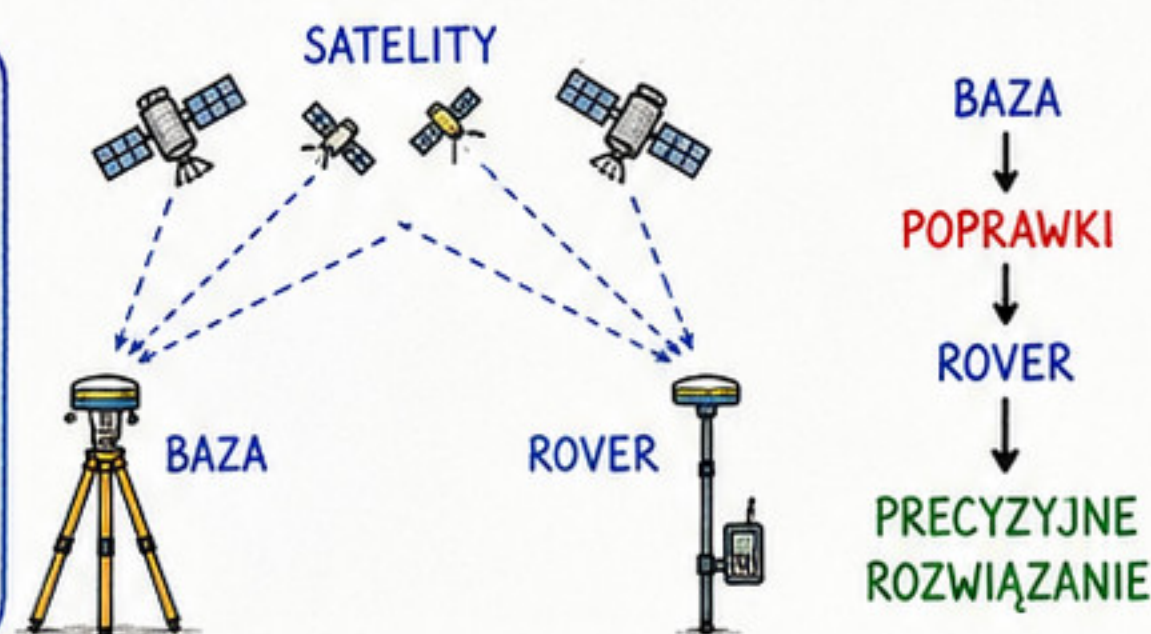
Najgroźniejsze błędy GNSS często nie wyglądają jak awaria. Odbiornik może pokazywać stabilny FIX w całkowicie błędnym układzie.

**FIX ✓, ale układ ✗ = wynik błędny**



## PO CO SĄ POPRAWKI?

Baza i rover obserwują część tych samych satelitów. Znała pozycja bazy pozwala stworzyć informacje, które redukują wspólne błędy i poprawiają dokładność rovera.

**BAZA**

Odbiornik GNSS ustawiony na znanym punkcie lub stacja referencyjna.

**ROVER**

Odbiornik GNSS mobilny, który mierzy punkty w terenie.

## WŁASNA BAZA RTK

Typowe metody transmisji:

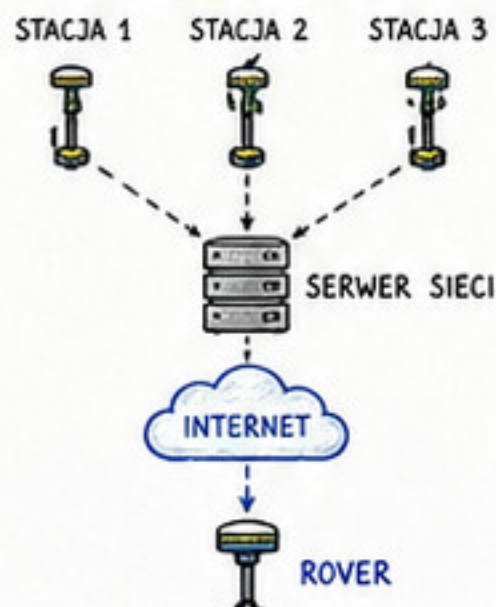
- radio
- internet
- modem komórkowy



Zalety: niezależność, brak opłat.

Ograniczenia: zasięg, wymaga konfiguracji i zasilania.

## SIECIOWY RTK



## NTRIP

Popularny sposób przesyłania danych GNSS przez internet.

## MOUNTPOINT

Wybrany strumień danych korekcyjnych na serwerze.

Nie każdy strumień jest odpowiedni dla każdego odbiornika, lokalizacji czy metody.

## PRZYKŁAD KONFIGURACJI

- internet połączony
- serwer zalogowany
- mountpoint wybrany
- RTCM odebrany
- status **FIX**

## WIEK KOREKTY

Informuje, jak „stara” jest korekta.

- 1 s → stabilnie
- 5 s → uwaga
- brak danych → rozwiązanie może się pogorszyć

Dokładne limity zależą od systemu i procedury pomiaru.

## ODLEGŁOŚĆ OD BAZY

W klasycznym RTK jakość modelowania błędów wspólnych pogarsza się wraz ze wzrostem odległości baza-rover. Nie ma jednej, uniwersalnej maksymalnej odległości.



## SIECIOWY RTK I WIRTUALNA STACJA

Sieć stacji oblicza w czasie rzeczywistym poprawki dla „wirtualnej” stacji referencyjnej najbliższej rovera, co poprawia jakość i zasięg.



## INNE ROZWIĄZANIA SIECIOWE

FKP (Flächen Korrektur Parameter) i MAC (Master Auxiliary Concept) to metody sieciowe poprawiające dokładność w większych odległościach.

Algorytmy nie są tu omawiane szczegółowo.

## FORMAT RTCM

Standardowy format wymiany danych korekcyjnych.

Upewnij się, że wersja i typ wiadomości są zgodne z Twoim odbiornikiem.



## CO SIĘ DZIEJE PO UTRACIE POPRAWEK?



## CO ZROBIĆ?

1. Nie zapisuj krytycznego punktu.
2. Sprawdź internet / radio.
3. Sprawdź mountpoint.
4. Sprawdź wiek korekty.
5. Poczekaj na ponowny FIX.
6. Powtórz kontrolę ważnego punktu.

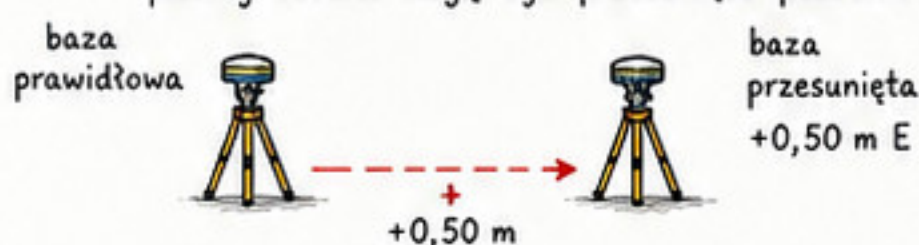
## POPRAWKI NIE NAPRAWIAJĄ WSZYSTKIEGO

- wielodrożność (multipath)
- zasłonięte satelity
- błędna wysokość anteny
- zły układ współrzędnych
- zły punkt bazy



## NAJGROŹNIEJSZY BŁĄD WŁASNEJ BAZY

Jeśli baza ma błędne współrzędne, rover może uzyskać bardzo spójne, ale systematycznie przesunięte wyniki. Przykład: Baza przesunięta o +0,50 m E → wszystkie punkty rovera mogą być przesunięte podobnie.



## KONTROLA ŹRÓDŁA KOREKT

Zapisuj w dzienniku:

- nazwa sieci / bazy
- mountpoint
- czas
- typ rozwiązania (FIX/FLOAT)
- punkt kontrolny



## MINI-CHECKLISTA

- ✓ właściwa baza / sieć
- ✓ poprawne współrzędne bazy
- ✓ transmisja działa
- ✓ korekty aktualne
- ✓ format kompatybilny
- ✓ FIX stabilny
- ✓ punkt kontrolny zgodny

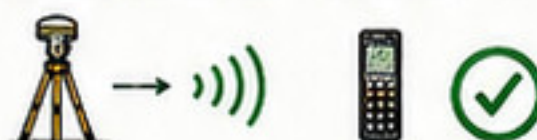


## PAMIĘTAJ

Poprawki RTK zwiększają dokładność, ale ich skuteczność zależy od właściwej bazy, transmisji, konfiguracji oraz warunków GNSS.

## STATUS ROZWIĄZANIA W PRAKTYCE

ŚWIEŻA KOREKTA = STABILNY FIX



UTRATA TRANSMISJI = FLOAT





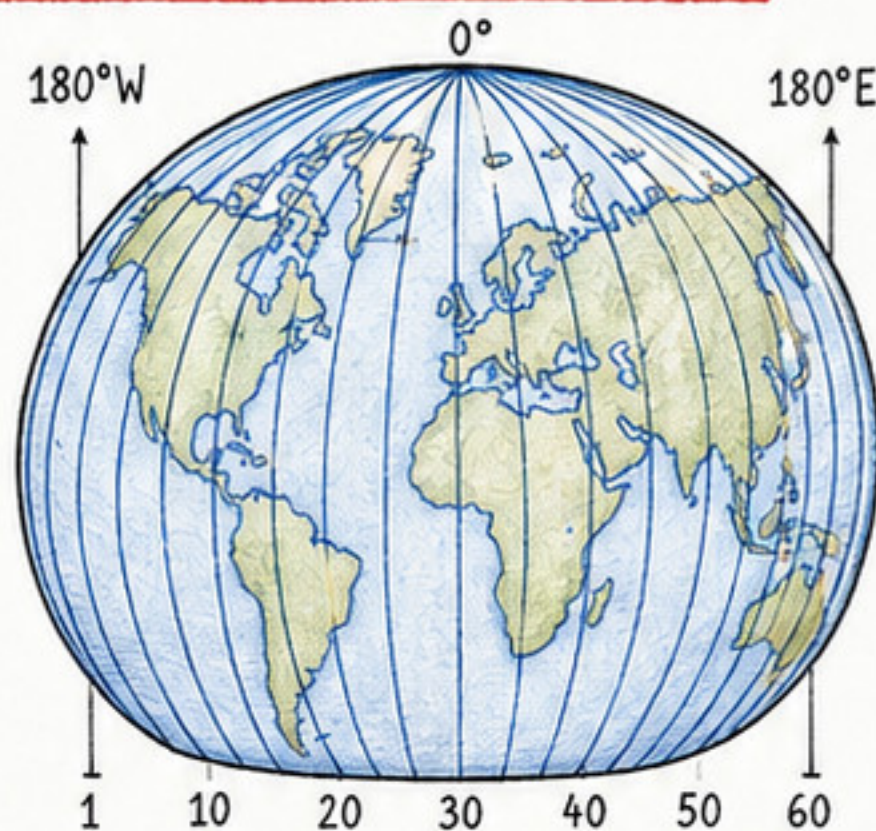
# 107 WSPÓŁRZĘDNE UTM

## CO OZNACZA UTM?

UTM (Universal Transverse Mercator) to globalny, strefowy, płaski układ współrzędnych, oparty na odwzorowaniu poprzecznym Mercatora.

## DLACZEGO SĄ STREFY?

Zakrzywionej Ziemi nie da się przedstawić na jednej płaszczyźnie bez dużych zniekształceń. Dlatego UTM dzieli świat na wąskie strefy.



Jest 60 stref, każda o szerokości 6°.

## NUMER STREFY

Strefy oznaczone są numerami od 1 do 60, rosnącymi z zachodu na wschód.

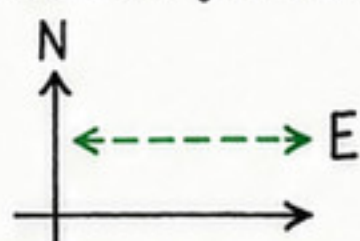
## POLSKA

Polska obejmuje więcej niż jedną strefę UTM (33N i 34N). Zawsze sprawdzaj, która strefa odpowiada danemu obszarowi. Nie sugeruj jednej strefy dla całej Polski!



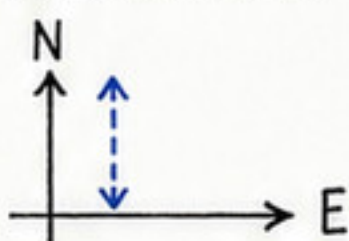
## EASTING — E

Współrzędna wschodnia. Określa odległość punktu na wschód od południka środkowego strefy. Podawana zwykle w metrach.



## NORTHING — N

Współrzędna północna. Określa odległość punktu na północ od równika (na danej półkuli). Również w metrach.



## PRZYKŁAD (wartości poglądowe)

Strefa 34N

E = 450 000 m

N = 5 750 000 m

Wartości ilustracyjne  
– nie odpowiadają konkretnemu miejscu na Ziemi.

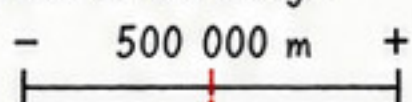
## POŁUDNIK ŚRODKOWY

Każda strefa ma swój południk środkowy, przez który przechodzi najmniejsze zniekształcenie.



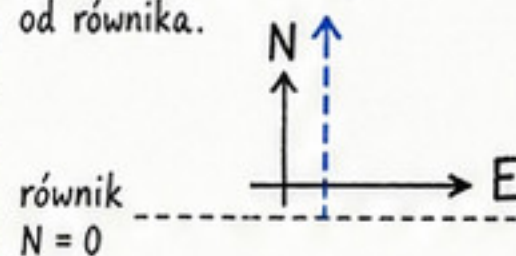
## FAŁSZYWY EASTING

Aby uniknąć wartości ujemnych, w każdej strefie stosuje się umowny przesuw współrzędnych. Dzięki temu E wynosi około 500 000 m w pobliżu południka środkowego.



## NORTHING NA PÓŁKULI PÓŁNOCNEJ

Na półkuli północnej N rośnie w kierunku północnym od równika.



## UTM A SZEROKOŚĆ/DŁUGOŚĆ

### GEOGRAFICZNE

$\varphi, \lambda \rightarrow$  kąty

szerokość ( $\varphi$ )  
i długość ( $\lambda$ )

### UTM

E, N  $\rightarrow$  metry

płaskie współrzędne  
w wybranej strefie

## TRANSFORMACJA

$\varphi, \lambda$

↓  
odwzorowanie UTM

↓  
E, N + strefa

## ? DLACZEGO SAMA PARA E, N NIE WYSTARCZY?

Te same wartości E i N w różnych strefach mogą oznaczać zupełnie inne miejsca na świecie lub nawet na drugiej półkuli! Dlatego zawsze potrzebne są:

**E + N + STREFA**

## UTM A PL-2000

UTM i PL-2000 korzystają z podobnej rodziny odwzorowań poprzecznych, ale to nie ten sam system. Różnice mogą dotyczyć: stref, południków, współczynników, kodowania, zastosowania.

## UTM A PL-1992

PL-1992 to krajowy polski układ odniesienia, oparty na ośle określonych parametrach. Nie należy go utożsamiać z układem UTM.

## KIEDY SPOTKASZ UTM?

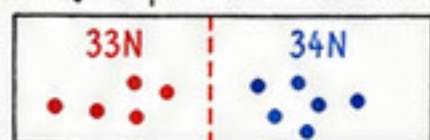
- Globalne dane GIS
- Międzynarodowe mapy
- Dane satelitarne
- Niektóre systemy GNSS
- Projekty międzynarodowe

## NAJCZĘSTSZE BŁĘDY

- Zła strefa
- Brak oznaczenia półkuli
- Zamiana E/N
- Traktowanie UTM jak PL-2000
- Błędne datum/system odniesienia
- Łączenie danych z dwóch stref bez transformacji

## PRZYKŁAD PROBLEMU

Plik A: UTM strefa 33N  
Plik B: UTM strefa 34N  
Bez sprawdzenia i transformacji bezpośrednie połączenie może spowodować przesunięcie i błędne położenie obiektów.



## CHECKLISTA IMPORTU UTM

- ✓ Datum / system odniesienia
- ✓ Strefa UTM
- ✓ Półkula (N lub S)
- ✓ E (Easting)
- ✓ N (Northing)
- ✓ Jednostka (metry)
- ✓ Transformacja do projektu

## MINI-ĆWICZENIE

Masz zapis współrzędnych:  
34N 450000 5750000  
Co oznaczają poszczególne elementy?  
1. 34N = strefa / półkula  
2. 450000 = Easting  
3. 5750000 = Northing



## PAMIĘTAJ

W układzie UTM współrzędne E i N mają sens tylko dzięki prawidłowo określonej strefie i systemowi odniesienia.

**UTM  $\neq$  PL-2000**



CO OZNACZA CORS?

CORS (Continuously Operating Reference Stations) to sieć stacji referencyjnych GNSS działających nieprzerwanie, których pozycje zostały wyznaczone z dużą precyzją.

CO ROBI STACJA?

- Nieprzerwanie obserwuje satelity.
- Rejestruje dane GNSS.
- Przesyła obserwacje do centrum obliczeniowego.
- Może udostępniać dane w czasie rzeczywistym oraz archiwalne.

SIEĆ WIELU STACJI

Kilka stacji pomaga lepiej modelować warunki w większym obszarze i umożliwia korekcje sieciowe (Network RTK).

USŁUGI CZASU RZECZYWISTEGO

- Dane pojedynczej stacji
- Rozwiązania sieciowe (Network RTK)
- Wirtualna stacja referencyjna (VRS)
- Inne strumienie zależne od operatora

SIEĆ A ROVER

Do pracy potrzebne są:

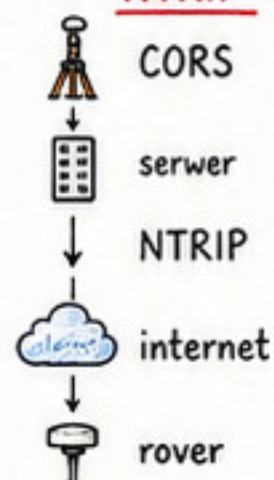
- odbiornik GNSS
- internet
- dane logowania
- (t:) odpowiedni strumień korekt
- właściwy układ współrzędnych

CORS NIE ELIMINUJE BŁĘDÓW LOKALNYCH

- wielodrożność (multipath)
- drzewa i zarośla
- budynki i konstrukcje
- pochylone pole anteny
- błędna wysokość anteny
- zły układ współrzędnych

PRZYKŁAD AWARII

Decyzja: zatrzymaj pomiar punktów krytycznych, aż do przywrócenia poprawnego rozwiązania.

NTRIPPRACA W POLSCE

W praktyce geodezyjnej w Polsce korzysta się z krajowych i komercyjnych sieci stacji referencyjnych. Korzystaj z aktualnych usług, poprawnych instrukcji i konfiguracji wymaganej przez operatora.

CORS + TACHIMETRNAJCZĘSTSZE BŁĘDY

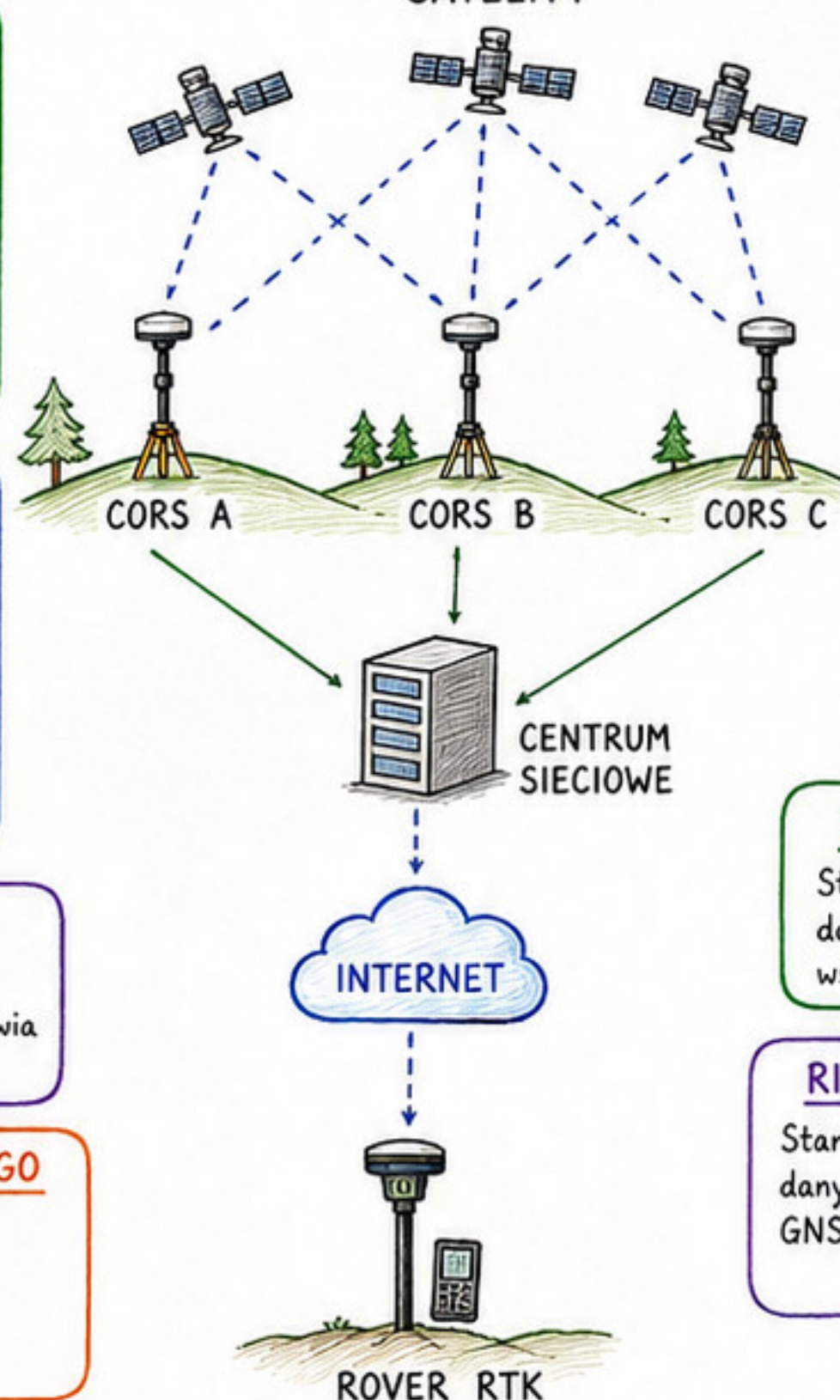
- ✗ niewłaściwy mountpoint
- ✗ zła sieć dla projektu
- ✗ brak kontroli punktu znanego
- ✗ przyjęcie, że FIX zawsze oznacza poprawny układ
- ✗ brak zapisu źródła korekt

MINI-CHECKLISTA CORS

- ✓ usługa aktywna
- ✓ login działa
- ✓ właściwy strumień
- ✓ poprawki odbierane
- ✓ FIX stabilny
- ✓ układ poprawny
- ✓ punkt kontrolny zgodny

PAMIĘTAJ

Sieć CORS zapewnia odniesienie GNSS na dużą skalę, ale to operator odpowiada za poprawne ustawienie rovera, układ współrzędnych i kontrolę.

SATELITYDLACZEGO STACJE MAJĄ ZNANE WSPÓRZĘDNE?

Bo ich dokładnie wyznaczone pozycje pozwalają porównać obserwacje GNSS do pozycji odniesienia.

PORÓWNANIE: CORS A WŁASNA BAZA

| Własna baza                             | Sieć CORS                   |
|-----------------------------------------|-----------------------------|
| • jeden punkt odniesienia               | • wiele stacji              |
| • ograniczony zasięg                    | • duży obszar działania     |
| • wymaga czasu na ustawienie i kontrolę | • szybkie rozpoczęcie pracy |

DANE DO POST-PROCESSINGU

Stacje udostępniają pliki obserwacyjne do późniejszego obliczenia dokładnych współrzędnych.

RINEX

Standardowy format danych obserwacyjnych GNSS.

Zastosowania:

- post-processing
- analiza obserwacji
- praca z różnym oprogramowaniem

KORZYŚCI

- ✓ brak konieczności ustawiania własnej bazy
- ✓ duży obszar działania
- ✓ stałe monitorowanie stacji
- ✓ dostęp do danych archiwalnych
- ✓ możliwość sieciowego RTK

OGRANICZENIA

- wymagana łączność z internetem
- dostęp zależy od usługi
- jakość zależy od sieci
- możliwe przerwy serwisowe
- użytkownik nadal musi kontrolować wynik

CO SPRAWDZIĆ PRZED WYJAZDEM?

- ✓ status usługi
- ✓ dane logowania
- ✓ właściwy mountpoint
- ✓ zasięg danych mobilnych
- ✓ konfigurację projektu
- ✓ punkt kontrolny w terenie

DZIENNIK RTK

- nazwa sieci
- strumień
- godzina
- status rozwiązania
- punkt kontrolny
- uwagi o łączności



RTK

INTERNET

RINEX

POST-PROCESSING



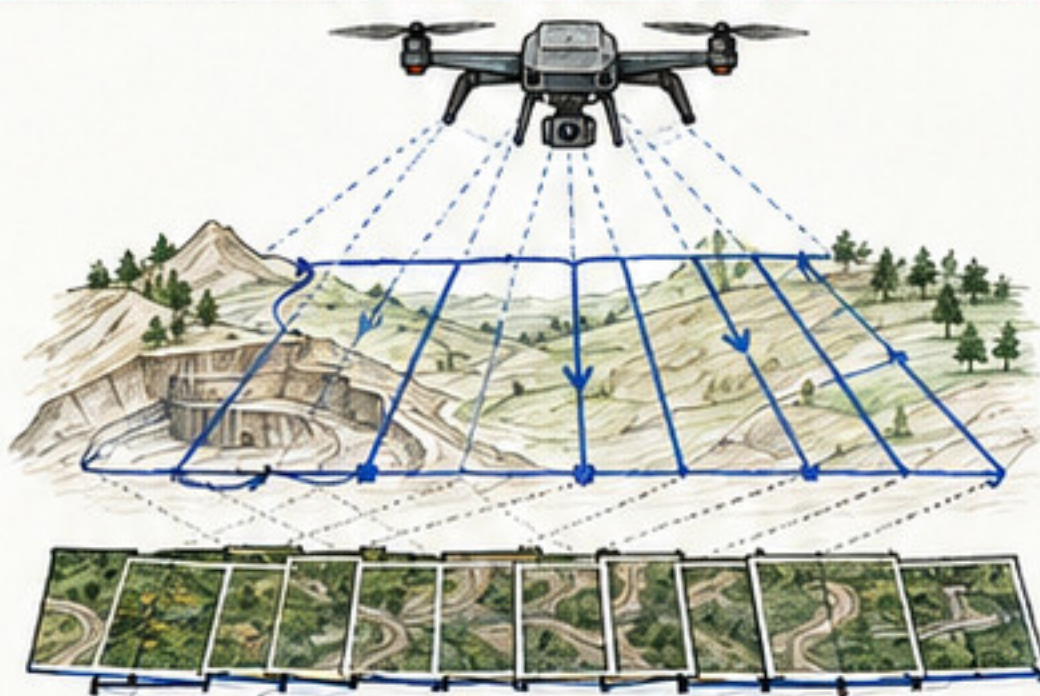
## CO TO JEST FOTOGRAMETRIA?

Fotogrametria pozwala pozyskać informacje o kształcie, położeniu i wymiarach obiektów lub terenu na podstawie zdjęć wykonanych z różnych pozycji.



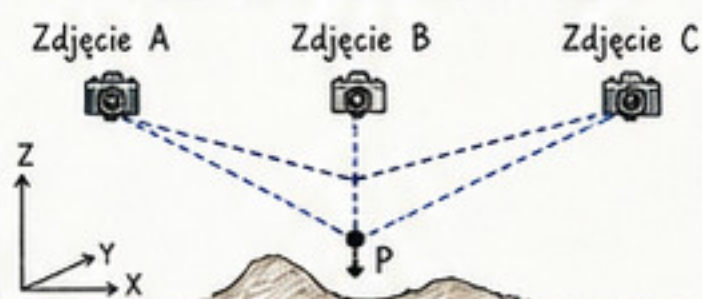
## DLACZEGO DRON?

Dron szybko i bezpiecznie pozyskuje wiele nakładających się zdjęć lotniczych, tworząc gęstą rejestrację terenu.



Pokrycie wzdłużne i poprzeczne

## JAK DZIAŁA PODSTAWOWA IDEA?



## POKRYCIE ZDJĘĆ



Wymagane pokrycie zależy od projektu, terenu, kamery i oprogramowania.

## PLAN LOTU

- Wysokość
- Kierunek linii lotu
- Pokrycie zdjęć
- Teren
- Przeszkody
- Wymagany detal
- Warunki pogodowe



## GSD — ROZDZIELCZOŚĆ TERENOWA

GSD określa rozmiar jednego piksela na ziemi.

$$GSD = 2 \text{ cm/piksel (przykład)}$$

Rzeczywista dokładność nie jest z automatu równa GSD.

## PUNKTY KONTROLNE GCP

Ground Control Points – punkty znane w terenie, mierzone niezależnie (np. GNSS lub tachimetr).



## PUNKTY KONTROLNE vs PUNKTY SPRAWDZAJĄCE

GCP służą do dopasowania modelu. Punkty sprawdzające są niezależne i służą do kontroli jakości.

Nie używaj wszystkich znanych punktów do dopasowania, jeśli chcesz niezależnie kontrolować jakość.

## DRON RTK/PPK

Zapewnia znacznie dokładniejsze pozycjonowanie zdjęć, mniej GCP i szybszą obróbkę.

- ✓ większa dokładność pozycji
- ✓ mniej punktów kontrolnych
- ✓ efektywniejsza praca
- ✓ lepsza powtarzalność

Nie eliminuje potrzeby niezależnej kontroli jakości.

## GŁÓWNE PRODUKTY

- Ortofotomapa
- Chmura punktów
- Numeryczny model powierzchni (NMP)
- Numeryczny model terenu (NMT)
- Model 3D
- Warstwy



## ORTOFOTOMAPA ≠ ZWYKŁE ZDJĘCIE

Ortofotomapa jest geometrycznie poprawiona i w tej samej skali w całym obszarze.

Można na niej mierzyć.

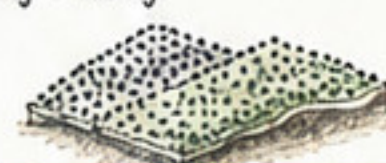


## FOTOGRAMETRIA A TACHIMETR

Tachimetr mierzy punkty pojedynczo z dużą dokładnością. Fotogrametria daje gęste dane powierzchniowe szybciej i taniej.



VS

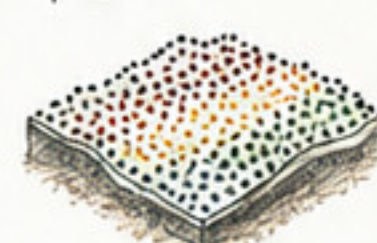


## FOTOGRAMETRIA A GNSS

GNSS daje świetne punkty w terenie, ale rzadkie. Fotogrametria daje gęsty obraz całej powierzchni. Najlepsze efekty daje ich połączenie.



VS



## GDZIE SPRAWDZA SIĘ DRON?

- Kopalnie
- Place budowy
- Drogi
- Składowiska
- Kamieniołomy
- Duże działki
- Monitoring postępu
- Modele elewacji i obiektów



## GDZIE POJAWIAJĄ SIĘ PROBLEMY?

## WODA



Odbicia, przejrzystość utrudniają pomiary.

## ROŚLINNOŚĆ



Gęsta korona ukrywa powierzchnię terenu.

## POGODA



Światło, wiatr, deszcz wpływają na jakość.

## BEZPIECZEŃSTWO I PRZEPISY

Operuj zgodnie z aktualnymi przepisami dotyczącymi dronów, ograniczeniami przestrzeni powietrznej, wymaganiami dla operatorów i zasadami bezpieczeństwa.



## KONTROLA MODELU

- ✓ Punkty niezależne
- ✓ Odchyłki XYZ
- ✓ Zgodność długości
- ✓ Powierzchnie
- ✓ Artefakty
- ✓ Kompletność obszaru



## NIE OCENIAJ MODELU TYLKO PO WYGLĄDZIE



Model może wyglądać realistycznie, ale mieć błędną skalę lub położenie.

## KOMPLETNY WORKFLOW NOWOCZESNEGO TOPOGRAFA



## KIEDY WYBRAĆ KTÓRĄ METODĘ?

- Narożnik budynku → tachimetr
- Reper wysokościowy → niwelator
- Punkt osnowy na otwartym terenie → GNSS
- Model całej kopalni → dron/fotogrametria + kontrola GNSS/tachimetryczna



## PODSUMOWANIE MODUŁU 6

- ✓ Workflow tachimetru
- ✓ Ustawienie i orientacja
- ✓ Współrzędne i tyczenie
- ✓ RTK – pomiary w czasie rzeczywistym
- ✓ GNSS – konfiguracja, korekcje, CORS
- ✓ UTM – układ odniesienia globalny
- ✓ Fotogrametria i drony → podstawy



## PODSUMOWANIE CAŁEJ BIBLIOTEKI TOPOGRAFII

- Moduł 1 – fundamenty topografii
- Moduł 2 – pomiary terenowe
- Moduł 3 – instrumenty i ich obsługa
- Moduł 4 – planimetria i tyczenie
- Moduł 5 – wysokość i niwelacja
- Moduł 6 – nowoczesny workflow terenowy



## OSTATNIA WIADOMOŚĆ DO CZYTELNIKA

Topografia nie polega na zapamiętywaniu setek wzorów. Polega na rozumieniu, co mierzysz, do czego odnosisz wynik i jak możesz go sprawdzić. Wróć do tej biblioteki podczas nauki, przygotowania do pracy terenowej i powtórek. Najlepszym nawykiem topografa jest nie tylko uzyskać wynik – ale potrafić udowodnić, że jest poprawny.



## BIBLIOTEKA TOPOGRAFII

Od podstaw do świadomej pracy terenowej.



## PAMIĘTAJ:

Technologia zmienia narzędzia, ale fundament pozostaje ten sam: poprawny punkt odniesienia, dobra geometria, właściwa metoda i niezależna kontrola.