



Źródło: <http://en.fotolia.com/id/49251411>

**KURS**

**Roboty tynkarskie**

**MODUŁ**

**Pomiary w budownictwie**

**Kurs: Roboty tynkarskie**

## 4 Pomiary w budownictwie

### 4.1 Prace miernicze

#### 4.1.1 Zasady wykonywania pomiarów

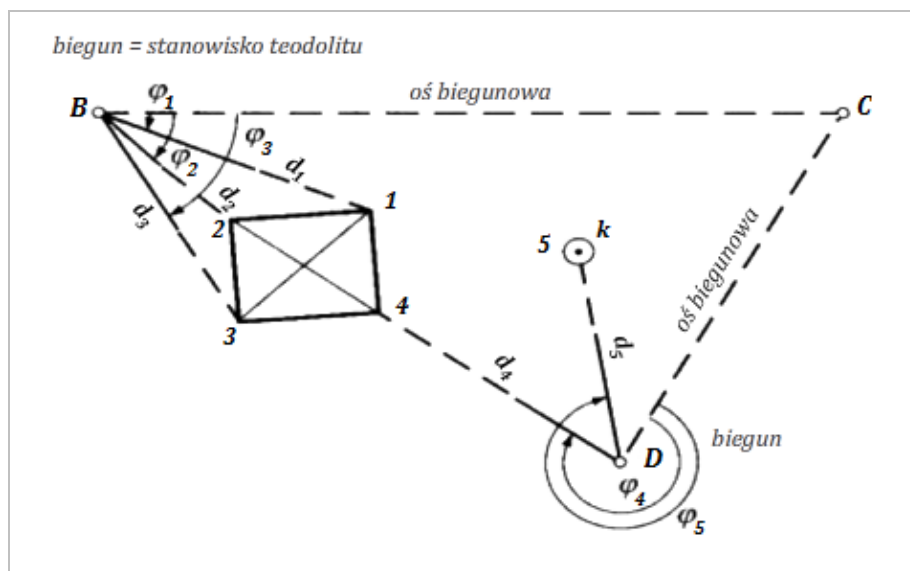
Uzyskanie prawidłowego wyniku pomiaru, czyli prawidłowego odwzorowania na planie stanu istniejącego lub wytyczenia projektowanego obiektu w terenie, wymaga przestrzegania zasad:

- zasady sprawdzania prawidłowości pomiaru, polegającej na eliminowaniu przez wielokrotny pomiar błędów, które mogłyby wynikać z niedokładności jednego z pomiarów. Czyli na przykład, mierząc działkę, należy zmierzyć wszystkie cztery boki, a oprócz tego dwie przekątne;
- zasady odpowiedniej kolejności pomiarów, polegającej na konieczności stopniowego przechodzenia od pomiarów większych elementów terenu (lub obiektów) do mniejszych<sup>1</sup>.

#### 4.1.2 Metody wykonywania pomiarów szczegółów terenowych

##### Biegunowa

Wykonuje się pomiar odległości od stanowiska instrumentu do punktu celowania i kierunku (kąta) za pomocą teodolitu lub stacji pomiarowej.

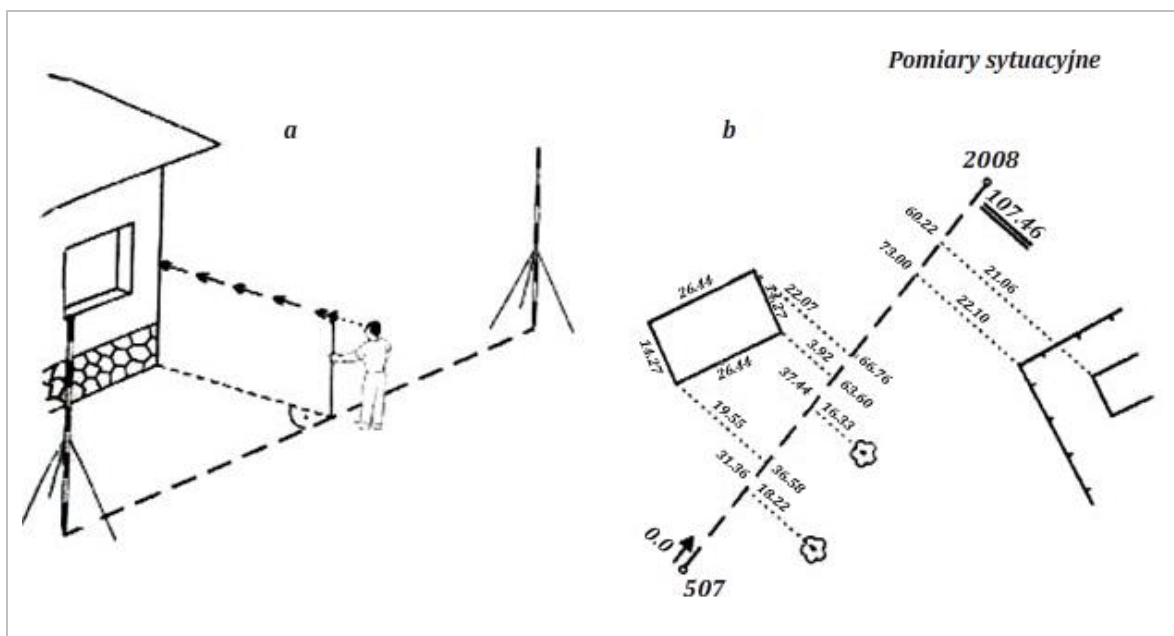


Rysunek 4.1 Pomiar sytuacji: metoda biegunowa  
Przewłocki S., Geodezja dla inżynierii środowiska, PWN, Warszawa 1997, s. 135

<sup>1</sup>K. Tauszyński, Budownictwo z technologią, cz. 1, Warszawa 2007

## Ortogonalna, czyli domiarów prostokątnych

Wykonuje się pomiar rzędnej i odciętej mierzonego punktu sytuacyjnego względem linii, na którą rzutuje się dany punkt przy użyciu przyrządów geodezyjnych (węgielnica).



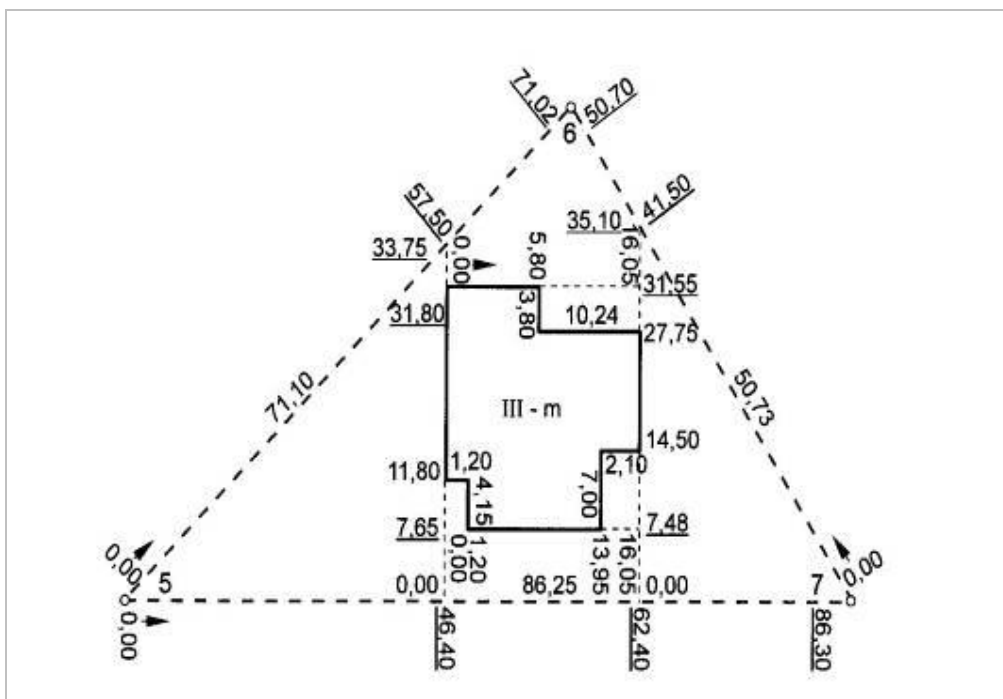
Rysunek 4.2 Pomiar szczegółów: metoda domiarów prostokątnych i sposób zapisu na szkicu  
Kosiński W., *Geodezja*, wyd. V, Wyd. SGGW, Warszawa 2005, s. 203

## Przecięć kierunków

W tej metodzie rejestruje się miary w miejscach przecięcia konturu sytuacyjnego z linią pomiarową. Można zaprojektować specjalny układ linii pomiarowych tak, by zdjąć dużą ilość punktów przecięcia.

## Przedłużień

Polega na przedłużaniu konturu sytuacyjnego do przecięcia się z linią pomiarową. Linia pomiarowa, na którą przedłuża się mierzone kontury sytuacyjne, powinna być zlokalizowana w pobliżu przedłużanego konturu.



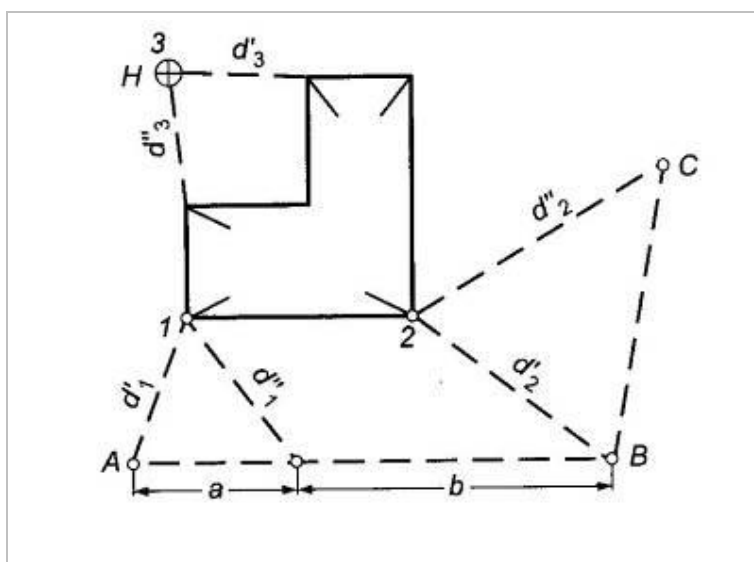
Rysunek 4.3 Pomiar sytuacji: metoda przedłużeń  
Przewłocki S., Geodezja dla inżynierii środowiska, PWN, Warszawa 1997, s. 135

## Wcięć kątowych i liniowych

Wcięcie kątowe polega na wyznaczeniu położenia punktu na podstawie pomierzonych kątów w stosunku do punktów o znanym położeniu (bazy wcięcia). W punktach bazy mierzy się kąty poziome.

Wcięcie liniowe polega na wyznaczeniu położenia punktu na podstawie pomierzonych odległości między wyznaczanym punktem a punktami o znanych współrzędnych (bazy wcięcia).

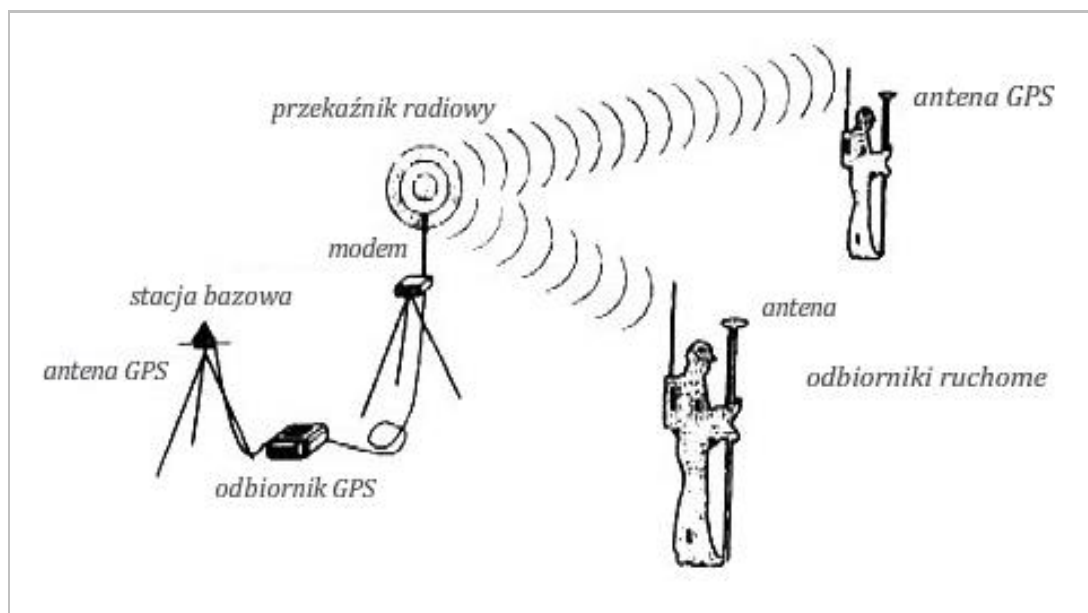
Wcięcie kąto–liniowe to takie wcięcie, w którym dla określenia położenia punktu podlegają pomiarowi kąty i odległości w punktach bazy wcięcia.



Rysunek 4.4 Pomiar sytuacji: metoda wcięć liniowych  
Przewłocki S., Geodezja dla inżynierii, PWN, Warszawa 1997, s. 136

## Fotogrametrii naziemnej<sup>2</sup>

Polega na przetworzeniu danych, zarejestrowanych na zdjęciach fotograficznych kamerą fotogrametryczną na punktach osnowy geodezyjnej. Przetworzenie danych fotogrametrycznych polega na odczytaniu współrzędnych tyłowych na zdjęciach i transformacji do układu współrzędnych w przyjętym układzie odniesienia z użyciem technologii GPS:



Rysunek 4.5 Zasada pomiarów terenowych GPS

Wysocki J., *Geodezja z fotogrametrią i geomatyką dla inżynierii i ochrony środowiska oraz budownictwa*, Wyd. SGGW, Warszawa 2008, s. 22

**Jeśli chcesz dowiedzieć się więcej na temat pomiarów, odwiedź stronę:**  
<http://artelis.pl/artykuly/32151/Wybrane-metody-pomiaru-szczegolow-terenowych-w-geodezji>

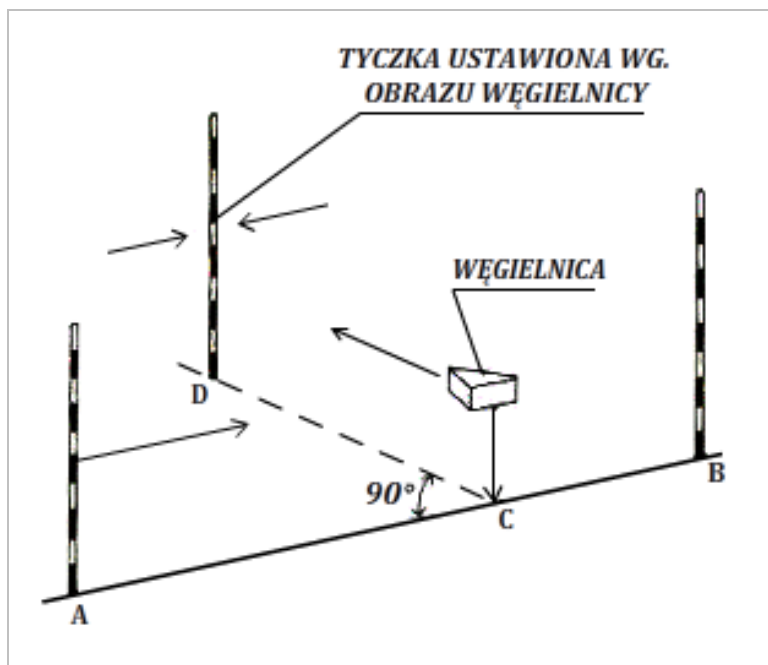
### 4.1.3 Przykładowe wykonywanie pomiarów w terenie

#### Tyczenie prostopadłych za pomocą węgielnicy pentagonalnej podwójnej

Jeżeli chcemy wyznaczyć prostą prostopadłą do znanej prostej AB w punkcie C, to należy ustawić się z węgielnicą nad punktem C (pion na węgielnicy musi trafić dokładnie w punkt C) i obserwować w okienku instrumentu obydwie tyczki, stojące w punktach A i B. Następnie drugą osobę z tyczką ustawiamy w okolicy punktu D i korygujemy jego pozycję tak długo, aż obraz jego tyczki, widoczny w drugim okienku węgielnicy, będzie stanowić przedłużenie obrazu tyczki A. Kierunek CD jest wówczas prostopadły do kierunku AB, czyli został wytyczony kąt prosty<sup>3</sup>.

<sup>2</sup><http://leslawpianowski.sd.prz.edu.pl/pl/67/art221.html>

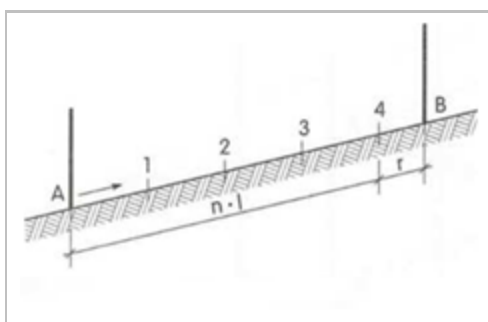
<sup>3</sup> K. Tauszyński, *Budownictwo...*, dz. cyt., s. 44



Rysunek 4.6 Tyczenie linii prostopadłej do prostej AB w punkcie C przy użyciu węgielnicy  
Tauszyński K., Budownictwo z technologią. Cz. 1, WSiP, Warszawa 2007 s.44

## Pomiar długości taśmą stalową

Pomiar bezpośredni wykonuje się taśmą mierniczą, którą układa się na powierzchni terenu. Przed pomiarem początek oraz koniec odcinka należy oznaczyć tyczkami mierniczymi. Pomiar wykonuje dwóch pomiarowych. Jeden trzyma koniec taśmy i kółko ze szpilkami, a drugi – początek taśmy oraz puste kółko do zawieszania szpilek. Pierwszy pomiarowy przykładą punkt zerowy taśmy do początkowego punktu odcinka i nakierowuje drugiego na tyczkę końcową. Drugi pomiarowy naciąga taśmę i przy kresce, oznaczającej jej koniec, wbija szpilkę. Następnie obaj, trzymając taśmę za uchwyty, przesuwają się do przodu aż do momentu, w którym pomiarowy, trzymający początek taśmy, dojdzie do wbitej szpilki. Wtedy przykładą do niej zero taśmy. Taśmę należy ponownie naciągnąć i zaznaczyć jej koniec szpilką. Pomiarowy, który trzyma początek taśmy, wyjmując z ziemi pierwszą szpilkę, zakłada ją na kółko i wraz z drugim pomiarowym przesuwają się dalej wzdłuż mierzonej linii (rys. 4.7).



Rysunek 4.7 Pomiar bezpośredni  
Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009, s. 260

Długość mierzonego odcinka będzie równa:  $AB = l \cdot n + r$ , gdzie:  $l$  – długość taśmy,  $n$  – liczba przyłożeń taśmy,  $r$  – końcówka pomiaru, mniejsza od długości całej taśmy.



Pamiętając o zasadzie kontroli pomiaru, należy powtórzyć pomiar odcinka. Wykonuje się go w kierunku przeciwnym, tzn. zaczynając od punktu końcowego B w kierunku A<sup>4</sup>.

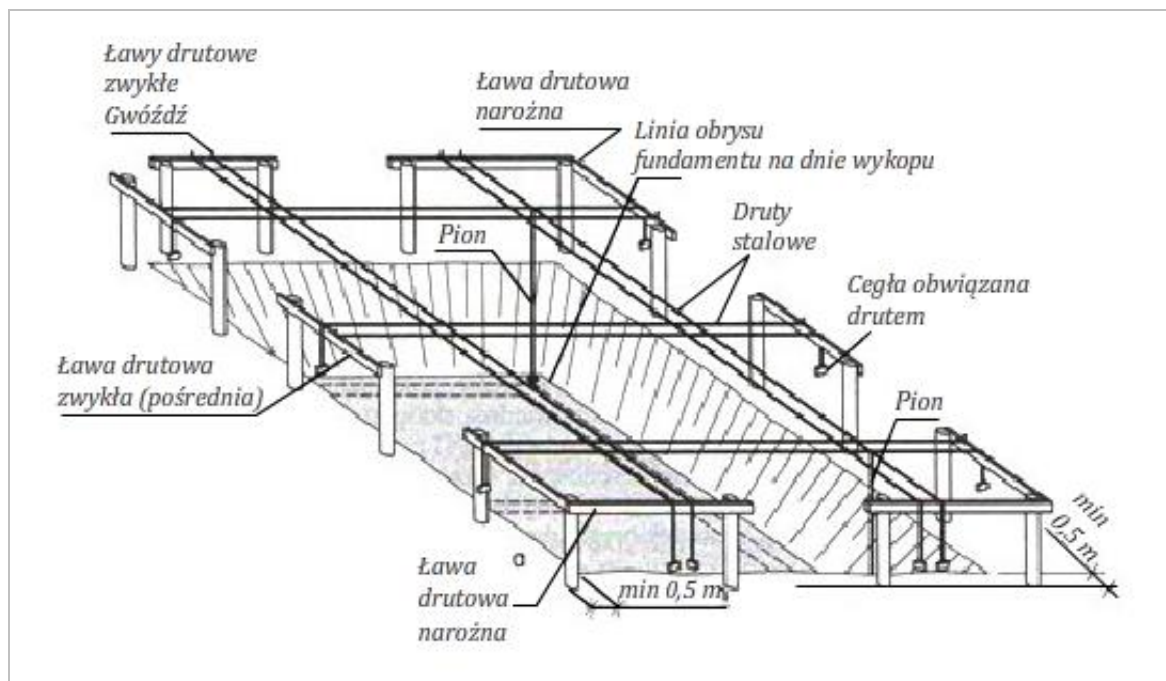
## 4.2 Tyczenie budynku prostokątnego

Tyczenie budynku prostokątnego trzeba wykonać w kolejnych krokach. Należy:

- zlokalizować w terenie położenie narożnika budynku;
- wyznaczyć prostą, przez którą przechodzi bok budynku;
- odmierzyć taśmą mierniczą długość boku, odczytaną z planu, wyznaczając w ten sposób położenie drugiego wierzchołka;
- ustabilizować otrzymane punkty palikami i gwoździami;
- z obu narożników budynku wystawić węgielnicą proste prostopadłe do wytyczonego boku;
- na obu, wyznaczonych właśnie prostych, odłożyć długość drugiego boku budynku, wyznaczając w ten sposób położenie dwóch, pozostałych wierzchołków obiektu;
- aby skontrolować poprawność wytyczenia, zmierzyć długość przeciwległego boku i obu przekątnych prostokąta, stanowiącego rzut budynku (jeżeli długości przekątnych oraz przeciwległych boków są parami sobie równe, to pomiar wykonano prawidłowo);
- przebieg linii obrysu utrwalić gwoździami na ławach budowlanych, wkopanych w ziemię w odległości 0,5–2,0 m od krawędzi przewidywanego wykopu.

Aby po wykonaniu wykopu odtworzyć na jego dnie obrys budynku, wystarczy napiąć druty stalowe między gwoździami, wbitymi w ławy (rys. 4.8), i w punktach przecięć tych drutów zawiesić na nich piony murarskie.

<sup>4</sup>M. Popek, B. Wapińska, Podstawy budownictwa, Warszawa 2009, s. 261



Rysunek 4.8 Odtworzenie obrysu budynku na dnie wykopu  
Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009, s. 278

### 4.3 Tolerancje wymiarowe

Podczas wykonywania przedmiotów nigdy nie da się uzyskać wymiarów normalnych, zawsze istnieje błąd między wymiarem normalnym (wymaganym w dokumentacji) a rzeczywistym. Ze względów praktycznych w dokumentacji technicznej podawane są wymiary normalne oraz dopuszczalne błędy dla tych wymiarów, maksymalne i minimalne. Błędy te noszą nazwę odchyłek od wymiaru, przy czym rozróżnia się odchyłkę górną, określającą błąd wymiaru normalnego w kierunku największego dopuszczalnego wymiaru, oraz odchyłkę dolną, jako błąd wymiaru normalnego w kierunku najmniejszego dopuszczalnego wymiaru. Różnica między wymiarem maksymalnym a minimalnym nosi nazwę tolerancji wymiaru<sup>5</sup>.

Każdy wymiar stolerowany ma dwa określone wymiary graniczne: wymiar górny B i wymiar dolny A (rys. 4.9), między którymi musi znaleźć się wymiar rzeczywisty przedmiotu. Różnica między górnym i dolnym wymiarem granicznym jest tolerancją T wymiaru. Tolerancja T jest zawsze dodatnia.

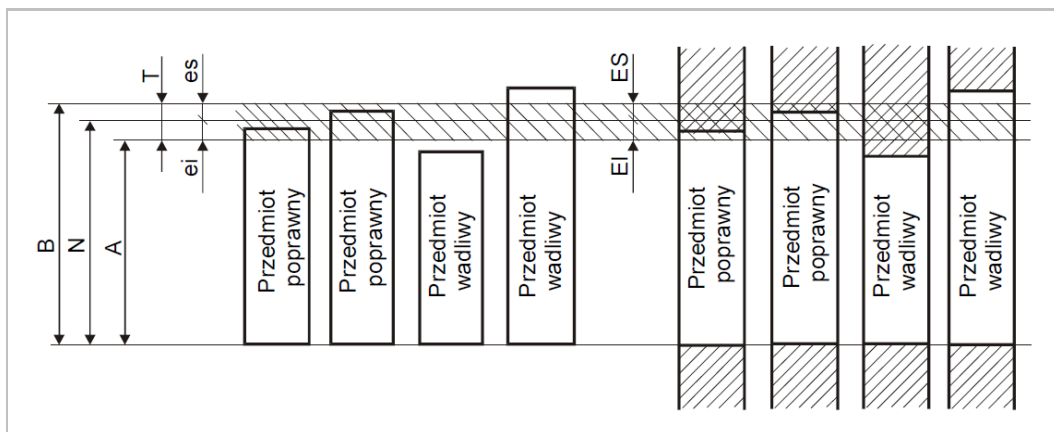
Odchyłką górną (ES – dla wymiaru wewnętrznego, es – dla wymiaru zewnętrznego) nazywamy różnicę między wymiarem górnym B a wymiarem nominalnym N. Odchyłką dolną (EI – dla wymiaru wewnętrznego, ei dla wymiaru zewnętrznego) nazywa się różnicę między wymiarem dolnym A a wymiarem nominalnym N.

Między wymiarem nominalnym, wymiarami granicznymi, tolerancją a odchyłkami występują następujące zależności:

<sup>5</sup><http://www.pkm.edu.pl/index.php/component/content/article/84-tolerancje/275-00010301>



- $A = D + EI$  lub  $A = D + ei$ ;
- $B = D + ES$  lub  $B = D + es$ ;
- $T = b - A$  lub  $T = ES - EI$ , albo  $T = es - ei$ .



Rysunek 4.9 Wymiary: nominalny, graniczne, tolerancja wymiaru i odchyłki  
Dobrzański T., Rysunek techniczny maszynowy, WNT, Warszawa 2004, s. 69

## 4.4 Opracowywanie wyników pomiarów

### 4.4.1 Podstawowe jednostki miar

**Aby dowiedzieć się na temat podstawowych jednostek miar, przejdź do prezentacji multimedialnej.**

### 4.4.2 Jednostki miar wykorzystywane w budownictwie

#### Pole powierzchni:

- 1 m<sup>2</sup> (metr kwadratowy – kwadrat o boku 1 metra);
- 1 a (ar – kwadrat o boku 10 metrów) = 100 m<sup>2</sup>;
- 1 ha (hektar – kwadrat o boku 100 metrów) = 100 a = 10 000 m<sup>2</sup>;
- 1 km<sup>2</sup> = 100 ha = 1 000 000 m<sup>2</sup>.

#### Jednostki miary kątowej

Do pomiarów kątów stosuje się instrumenty geodezyjne z podziałem stopniowym lub gradowym. Jednostką miary stopniowej jest stopień (1°), czyli kąt środkowy, oparty na łuku o długości równej 1/360 obwodu koła. Stopnie dzieli się na mniejsze jednostki: minuty (1° = 60') i sekundy (1' = 60").

Jednostką miary gradowej jest grad lg, czyli kąt środkowy, oparty na łuku o długości równej 1/400 obwodu koła. Grady, podobnie jak stopnie, dzieli się na mniejsze jednostki:

- lg = 100<sup>c</sup>, gdzie l<sup>c</sup> to centygrad, zwany też minutą gradową;
- 1<sup>c</sup> = 100<sup>cc</sup>, gdzie l<sup>cc</sup> to centycentygrad, zwany też sekundą gradową.

Układ gradowy to układ dziesiętny, znacznie wygodniejszy podczas obliczeń niż układ stopniowy i dlatego powszechnie stosuje się go w instrumentach geodezyjnych. Zapis kąta w mierze gradowej może mieć postać  $12^{\circ}32'18''$  lub  $12^{\circ},3218$ .

Przeliczenie kątów, wyrażonych w mierze gradowej na miarę stopniową lub odwrotnie, wykonuje się, korzystając z zależności, że  $90^{\circ}=100^{\circ}$ <sup>6</sup>.

#### 4.4.3 Graficzne opracowywanie wyników

Graficzne opracowanie wyników, czyli kartowanie, obejmuje szkice polowe, przekroje (profile) podłużne i przekroje poprzeczne oraz mapy.

**Szkice polowe**, dotyczą powierzchni mierzonego terenu, trasy, osnów lub punktów stabilizowanych w terenie. Wyniki pomiarów sytuacyjnych w terenie – np. niwelacji trasy lub domierzania szczegółów sytuacyjnych – przedstawia się właśnie za pomocą szkicu polowego. Niezależnie od tego, czy rysuje się go w skali (np. na papierze milimetrowym), czy bez uwzględniania skali (np. na zwykłym papierze) zawsze należy zachować odpowiednie proporcje, nanieść charakterystyczne punkty oraz kierunki. Na szkicu niwelacji podłużnej trasy muszą być umieszczone wszystkie punkty główne i pośrednie z osi trasy i profili poprzecznych. Zaznacza się każdą zmianę kierunku trasy oraz nanosi kąty jej załamania (tzw. kąty zwrotu). Na szkicach polowych powinny się też znaleźć charakterystyczne budowle, drogi, drzewa, rzeki. Do jednoznacznego określenia położenia dowolnego punktu pomiarowego trzeba znać co najmniej trzy jego odległości od stałych punktów terenowych, np. naroży budynków, studni, słupów, dużych drzew. Nie mogą one znajdować się dalej niż 25 m od punktu pomiarowego<sup>7</sup>.

Stabilizując w terenie punkty pomiarowe, wykonujemy również szkice polowe, które umożliwią później odnalezienie tych punktów w terenie. Stanowią one tzw. opisy topograficzne, które profesjonalni geodeci wykonują na specjalnych formularzach.

Do pokazania rzeźby terenu nie wystarczy pomiar różnic wysokości wzdłuż osi trasy, ponieważ nie pokazuje spadków terenu w kierunku prostopadłym do osi. Właśnie dlatego należy dodatkowo wykonać wiele profili poprzecznych, tzn. wyznaczyć w terenie sieć linii prostopadłych do osi trasy i zniwelować je.

Graficznym odwzorowaniem pomiarów wysokościowych są **przekroje podłużne (profile) oraz przekroje poprzeczne**. Zwykle rysuje się je, stosując skalę odległości inną niż skala wysokości. Przekroje podłużne najczęściej mają skalę odległości (poziomą) 1:2000 lub 1:1000 i skalę wysokości (pionową) 1:200 albo 1:100.

Przekroje poprzeczne wykonuje się z uwzględnieniem skali poziomej 1:200 lub 1:100 i skali pionowej 1:20 albo 1:10.

Przekroje wykonuje się ręcznie na papierze milimetrowym albo na kalce przypiętej na arkuszu takiego papieru lub mającej taki nadruk jak papier milimetrowy. Można też używać w tym celu odpowiednich programów komputerowych. Pod rysunkiem profilu umieszcza się szczegółowy opis, zawierający rzędne terenu, odległości między punktami, spadki, załamania, łuki.

Mapy stanowią ostateczny wynik graficznego opracowania pomiarów geodezyjnych. **Mapą** nazywamy zmniejszony, uogólniony i matematycznie określony

<sup>6</sup>M. Popek, B. Wapińska, Podstawy budownictwa, dz. cyt., s. 247

<sup>7</sup>Tamże



obraz powierzchni Ziemi na płaszczyźnie. Mapy, ze względu na ich treść, można podzielić na dwie grupy:

- ogólnogeograficzne – zwykle zawierające ogólne dane dotyczące wszystkich elementów istniejących na powierzchni przedstawionego obszaru, takich jak: rzeźba terenu, granice państw, linie brzegowe mórz, bieg rzek, lasy, miasta, drogi, koleje, granice itp.;
- tematyczne, zwane także specjalnymi lub specjalistycznymi – mapy, zawierające jedynie ograniczoną treść ogólnogeograficzną (np. kształt kontynentów, granice państw, ważniejsze rzeki), stanowiącą jedynie mało skalowy podkład niezbędny, aby ułatwić zorientowanie się, gdzie występują zobrazowane na nich zagadnienia specjalistyczne<sup>8</sup>.

Powierzchnia kuli ziemskiej jest w przybliżeniu elipsoidą obrotową, toteż nie da się jej po prostu rozwinąć na płaszczyznę. Każda próba takiego przedstawienia byłaby obarczona błędem. Konieczne jest zastosowanie odpowiedniego odwzorowania kartograficznego – reguły matematycznej, opisującej konstrukcję rzutu, w którym każdemu punktowi elipsoidy obrotowej odpowiada określony punkt, stanowiący jego obraz na płaszczyźnie mapy. Reguły te wiążą współrzędne geograficzne dowolnego punktu na powierzchni Ziemi ze współrzędnymi obrazu tego punktu na płaszczyźnie mapy<sup>9</sup>.

## 4.5 Literatura

### 4.5.1 Literatura obowiązkowa

- Dobrzański T., Rysunek techniczny maszynowy, WNT, Warszawa 2004;
- Kosiński W., Geodezja, wyd. V, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2005;
- Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009;
- Przewłocki S., Geodezja dla inżynierii środowiska, PWN, Warszawa 1997;
- Tauszyński K., Budownictwo z technologią, cz. 1, WSiP, Warszawa 2007;
- Wysocki J., Geodezja z fotogrametrią i geomatyką dla inżynierii i ochrony środowiska oraz budownictwa, Wydawnictwo SGGW, Warszawa 2008.

### 4.5.2 Literatura uzupełniająca

- Maj T., Rysunek techniczny budowlany, WSiP, Warszawa 2013;
- Rogalski P., Wojewoda K., Montaż systemów suchej zabudowy. Poradnik dla nauczyciela, Polskie Stowarzyszenie Gipsu, Warszawa 2013;
- Rogalski P., Wojewoda K., Montaż systemów suchej zabudowy. Poradnik dla ucznia, Polskie Stowarzyszenie Gipsu, Warszawa 2013.

<sup>8</sup> M. Popek, B. Wapińska, Podstawy budownictwa, dz. cyt.

<sup>9</sup> Tamże, s. 221

### 4.5.3 Netografia

- <http://www.chemicy.manifo.com/uklad-si;>
- <http://www.edukator.koweziu.edu.pl/index.php/1025-rysunek-techniczny-budowlany;>
- <http://www.edukator.koweziu.edu.pl/index.php/recenzje/1023-montaz-systemow-suczej-zabudowy;>
- <http://www.leslawpianowski.sd.prz.edu.pl/pl/67/art221.html;>
- <http://www.pkm.edu.pl/index.php/component/content/article/84-tolerancje/275-00010301.>

## 4.6 Spis rysunków

Rysunek 4.1 Pomiar sytuacji: metoda biegunowa.....	2
Rysunek 4.2 Pomiar szczegółów: metoda domiarów prostokątnych i sposób zapisu na szkicu.....	3
Rysunek 4.3 Pomiar sytuacji: metoda przedłużeń.....	4
Rysunek 4.4 Pomiar sytuacji: metoda wcięć liniowych.....	4
Rysunek 4.5 Zasada pomiarów terenowych GPS.....	5
Rysunek 4.6 Tyczenie linii prostopadłej do prostej AB w punkcie C, przy użyciu węgielnicy.....	6
Rysunek 4.7 Pomiar bezpośredni.....	6
Rysunek 4.8 Odtworzenie obrysu budynku na dnie wykopu.....	8
Rysunek 4.9 Wymiary: nominalny, graniczne, tolerancja wymiaru i odchyłki.....	9

## 4.7 Spis treści

4	Pomiary w budownictwie .....	2
4.1	Prace miernicze.....	2
4.1.1	Zasady wykonywania pomiarów .....	2
4.1.2	Metody wykonywania pomiarów w szczegółów terenowych .....	2
4.1.3	Przykładowe wykonywania pomiarów w terenie .....	5
4.2	Tyczenie budynku prostokątnego .....	7
4.3	Tolerancje wymiarowe.....	8
4.4	Opracowywanie wyników pomiarów.....	9
4.4.1	Podstawowe jednostki miar .....	9
4.4.2	Jednostki miar wykorzystywane w budownictwie .....	9
4.4.3	Graficzne opracowywanie wyników .....	10
4.5	Literatura .....	11
4.5.1	Literatura obowiązkowa .....	11
4.5.2	Literatura uzupełniająca .....	11
4.5.3	Netografia .....	11
4.6	Spis rysunków .....	12