

Źródło: [www.fotolia.com](http://www.fotolia.com)

**KURS**

**Roboty okładzinowe**

**MODUŁ**

**Pomiary w robotach okładzinowych**

## 3 Pomiary w robotach okładzinowych

### 3.1 Przyrządy pomiarowe stosowane w robotach okładzinowych – klasyfikacja i zastosowanie

#### 3.1.1 Rodzaje pomiarów na budowie

Do podstawowych prac pomiarowych, które wykorzystywane są w trakcie realizacji budowy, należą te związane przede wszystkim z pomiarami realizacyjnymi w terenie, a także związane z wykonaniem elementów budowlanych.

Do wykonania tych pomiarów niezbędna jest znajomość metod wykonywania pomiarów pionowych (wysokościowych) i poziomych (sytuacyjnych).

W praktyce większość pomiarów polega na zmierzeniu dwóch podstawowych elementów, tj. długości odcinków (elementów liniowych) oraz wielkości kątów (elementów kątowych).

Istota pomiaru wielkości danego elementu polega na porównaniu go z innym elementem przyjętym za jednostkę pomiaru. Taki sposób pomiaru nazywany jest pomiarem bezpośrednim.

#### **Podstawowe jednostki stosowane w pomiarach**

Podstawową i obowiązującą jednostką w pomiarach na budowie jest metr oraz jego pochodne:

$$1 \text{ m} = 100 \text{ cm} = 1\,000 \text{ mm}$$

Pochodne miary powierzchni to:

$$1 \text{ m}^2 = 100 \text{ dm}^2 = 10\,000 \text{ cm}^2$$

Pochodne miary objętości to:

$$1 \text{ m}^3 = 1\,000 \text{ dm}^3 = 1\,000\,000 \text{ cm}^3$$

Do pomiarów kątowych używa się takich jednostek, jak: stopień ( $^{\circ}$ ) lub grad ( $^{\text{g}}$ ) oraz może być także użyta w dokumentacji miara łukowa kąta.

Stopień stanowi  $\frac{1}{360}$  część kąta pełnego i dzieli się na 60 części nazwanych minutami kątowymi, które z kolei dzielą się na 60 sekund kątowych:

$$1^{\circ} = 60' = 3600''$$

Grad stanowi  $\frac{1}{400}$  część kąta pełnego i dzieli się na 100 minut gradowych, które z kolei dzielą się na 100 sekund gradowych:

$$1^{\text{g}} = 100^{\text{c}} = 10\,000^{\text{cc}}$$

$$360^{\circ} = 400^{\text{g}}$$

Kąt pełny ma miarę łukową równą  $2\pi$  radianów:

$$360^{\circ} = 2\pi \text{ rd}$$

$$1^{\circ} = \frac{\pi}{180} \text{ rd}$$

$$1^g = \frac{\pi}{200} rd$$

$$1rd = 57,3^{\circ}$$

$$1rd = 63,7^g$$

## 3.2 Budowa i obsługa przyrządów pomiarowych

### 3.2.1 Podstawowe przyrządy pomiarowe

**Zapraszamy do zapoznania się z prezentacją o podstawowych przyrządach pomiarowych.**

## 3.3 Metody wykonywania prac pomiarowych

### 3.3.1 Prace pomiarowe

W myśl obowiązującego prawa geodeta zobowiązany jest do wykonywania prac pomiarowych w sposób odpowiedzialny, zarówno pod względem prawnym, jak i technicznym. Natomiast majster budowlany jest użytkownikiem wyznaczonych punktów głównych wybranych fragmentów budowli, a także punktów szczegółowych przekazanych mu przez geodetę, który obsługuje budowę. W oparciu o te punkty i kierunki wytyczone na obiekcie może on zagęszczać teren budowy dodatkowymi punktami pośrednimi po to, aby realizacja konkretnych zadań budowlanych była łatwiejsza. W tym celu wykorzystuje się tego techniki bezpośrednich pomiarów szczegółowych, wśród których są zarówno techniki proste, bazujące na elementarnych konstrukcjach geometrycznych i podstawowych instrumentach pomiarowych, oraz zaawansowane wykorzystujące w pełni zautomatyzowane urządzenia elektroniczne i laserowe.

### 3.3.2 Pomiary liniowe

Podczas robót budowlanych zachodzi konieczność sporządzenia pomiarów związanych z: wykonaniem ogrodzenia terenu budowy, wytyczeniem dróg dojazdowych, usytuowaniem zaprojektowanego budynku na działce, doprowadzeniem instalacji niezbędnych przy budowie, a także należy dokonać pomiarów istniejących obiektów. Jeżeli długość mierzonego odcinka jest mniejsza niż długość taśmy mierniczej, wówczas pomiar jest prosty i polega na jednokrotnym przyłożeniu taśmy wzdłuż linii łączącej początek i koniec mierzonego odcinka, a następnie odczytaniu wartości wprost z taśmy. W przypadku gdy mierzony odcinek jest tak długi, że wymaga wielokrotnego przykładania taśmy, niezbędne jest wyznaczenie linii prostej, wzdłuż której należy wykonać pomiar. Uchroni to przed błędami pomiarowymi.

**Do wykonania pomiaru odcinka o długości większej niż miara taśmy należy:**

- wytyczyć odcinek, który jest do pomiaru, według następujących zasad:
  - ustawić tyczki geodezyjne w punktach ograniczających odcinek *A* i *B*;
  - ustawić tyczki geodezyjne w punktach pośrednich między *A* i *B* w odległości nieco mniejszej niż długość taśmy, w ten sposób, że jedna z osób mierzących



staje za tyczką B i patrząc w kierunku A tak prowadzi ustawiającego tyczki; aby pokryły się na linii wzroku z tyczkami A i B;

- oczyścić odcinek z gałęzi, krzaków, kamieni i innych przeszkód;
- wykonać pomiar według następujących zasad:
  - pomiaru odcinka wykonują dwie osoby. Pierwsza osoba trzyma koniec taśmy oraz kółko z kompletem szpilek, a druga trzyma początek taśmy oraz puste kółko;
  - pomiar rozpoczyna druga osoba, przykładając zero taśmy do punktu początkowego mierzonego odcinka, a pierwsza osoba, kierując się tyczkami ustawionymi na prostej, rozwija taśmę, a następnie po jej naciągnięciu wbija na końcu szpilkę;
  - następnie obydwie osoby przesuwiają się w kierunku końca tak, aby druga osoba przyłożyła zero przy szpilce, a pierwsza po naciągnięciu taśmy wbija na jej końcu kolejną szpilkę;
  - druga osoba wyjmuje pierwszą szpilkę z ziemi i zakłada ją na puste kółko;
  - obie osoby, trzymając taśmę za uchwyty, przesuwiają się dalej i, powtarzając opisane powyżej czynności, przechodzą cały mierzony odcinek.

**Po zakończeniu pomiaru należy policzyć szpilki na kółku u drugiej osoby dokonującej pomiaru i obliczyć długość mierzonego odcinka:**

Długość odcinka  $AB$  wynosi:

$$D = n * L + R,$$

gdzie:

$D$  – długość odcinka;

$L$  – długość taśmy;

$n$  – liczba przyłożeń taśmy (ilość szpilek u drugiej osoby wykonującej pomiar);

$R$  – odcinek końcowy (reszta).

Zgodnie z zasadą sprawdzania prawidłowości pomiaru odcinek należy zmierzyć dwa razy, najlepiej w przeciwnym kierunku do pierwszego pomiaru.

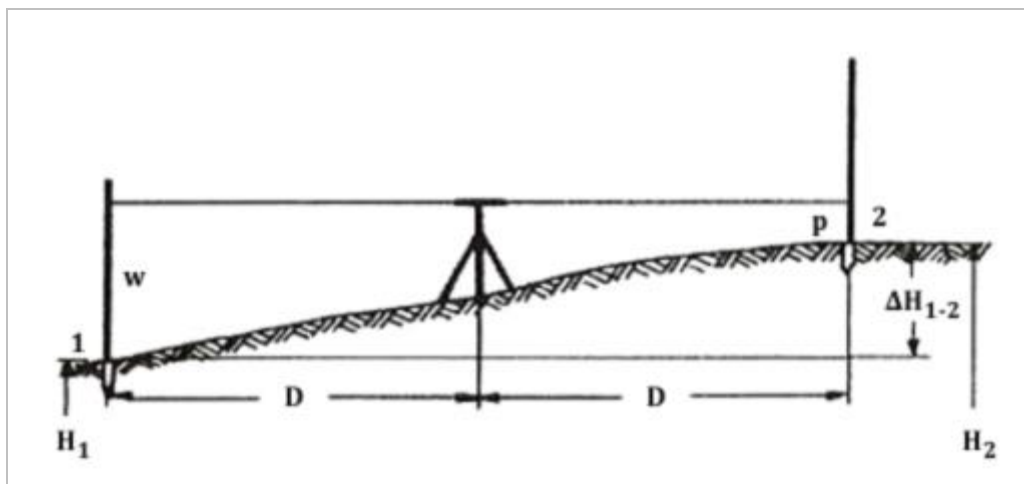
W przypadku gdy do pomiaru jest element budowlany lub obiekt o długości większej niż długość taśmy, pomiar wykonuje się tak jak odcinka wytyczonego, używając do zaznaczenia końca taśmy szpilek albo kredy.

### 3.3.3 Pomiary wysokościowe

Niwelacja geometryczna stosowana jest do określenia wysokości reperów (precyzyjna) oraz do niwelacji podłużnej i poprzecznej tras – przy projektowaniu ulic, dróg, kanałów, rurociągów – a także jako niwelacja powierzchniowa na terenach płaskich. Stosowana jest także przy pomiarach związanych z realizacją projektów, tj. przy wyznaczaniu projektu w terenie, przy posadowieniu fundamentów budowli, trasowaniu dna wykopów itp.

W zależności od położenia stanowiska instrumentu względem stanowisk łąty można wyróżnić dwa sposoby niwelacji.

Pierwszy z nich to niwelacja ze środka, która polega na wyznaczaniu różnicy wysokości dwóch punktów ze stanowisk jednakowo odległych od tych punktów.



Rysunek 3.1 Schemat wykonywania niwelacji ze środka

Źródło: Jankowska J., *Geodezja, Siedlce 2010*, s. 113

Różnica wysokości punktu B, w stosunku do punktu A równa się:

$$\Delta HAB = HB - HA = w - p$$

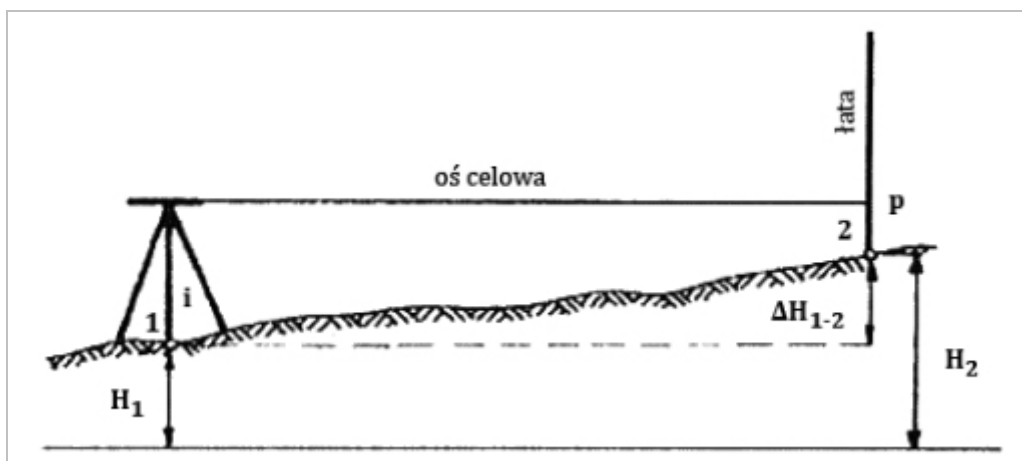
Różnica wysokości dwóch punktów równa się różnicy odczytów na łątach „wstecz” minus „w przód”.

W niwelacji „ze środka” wysokość punktu B wynosi:

$$HB = HA + \Delta H = HA + (w - p)$$

Drugi sposób – niwelacja „w przód” – polega na wyznaczaniu różnicy wysokości dwóch punktów, z których jeden jest stanowiskiem instrumentu, a drugi stanowiskiem łąty. W tym przypadku mierzy się odległość od punktu, na którym stoi instrument do osi celowej oraz dokonuje się odczytu na pionowo ustawionej łącie przy spoziomowanej osi celowej.





Rysunek 3.2 Schemat wykonywania niwelacji w przód

Źródło: Jankowska J., *Geodezja, Siedlce 2010, s. 113*

Różnica wysokości punktu *B* w stosunku do punktu *A* równa się:

$$\Delta H_{AB} = H_B - H_A = i - p$$

Wysokość punktu *B* wynosi:

$$H_B = H_A + \Delta H = H_A + (i - p)$$

Niwelację ze środka zaleca się przy niwelacji reperów. Niwelację w przód stosujemy w niwelacji powierzchniowej, gdy chcemy określić wysokości punktów rozproszonych w terenie. Korzystamy z niej również w innych przypadkach, należy jednak pamiętać o tym, aby do punktów wyznaczonych metodą niwelacji w przód nie dowiązywać dalszych pomiarów.

Jednak ze względu na popełniany błąd podczas pomiaru, ten sposób niwelacji jest sporadycznie stosowany.

Punkt terenowy, w którym ustawiona jest łąta podczas pomiaru niwelacyjnego, nazywany jest stanowiskiem łąty. Jeżeli punkt ten nie jest w terenie zastabilizowany (oznaczony w sposób trwały), to nazywany jest również pikietą. Miejsce, w którym ustawiony jest instrument w czasie pomiaru niwelacyjnego, nazywa się stanowiskiem instrumentu.

**W skład zestawu do wykonania niwelacji technicznej wchodzi:**

- niwelator;
- statyw (ze śrubą sprzęgającą tzw. sercowa);
- komplet łąt niwelacyjnych;
- podstawki do łąt (tzw. żabki).



### 3.3.4 Pomiary kątów

#### Wyznaczanie prostych prostopadłych w terenie<sup>1</sup>

Pomiary kątowe w pracach wykończeniowych obejmują wyznaczenie kąta prostego w pomieszczeniach, a także wyznaczenie i pomiary innych kątów. Bardzo częstym zadaniem praktycznym przy realizacji jest wyznaczenie w zadanym miejscu kierunków wzajemnie prostopadłych.

Jednym z najprostszych sposobów wyznaczenia prostopadłych jest metoda oparta na twierdzeniu Pitagorasa. Polega ona na zbudowaniu w terenie trójkąta prostokątnego, w którym długości boków są w odpowiedniej proporcji 3:4:5. Za jednostkę możemy przyjąć np. 1m, wówczas długości boków trójkąta wynoszą odpowiedni 3, 4 i 5 m. Jeżeli za jednostkę przyjmiemy 2 m, wówczas długości boków trójkąta wynoszą 6, 8 i 10 m.

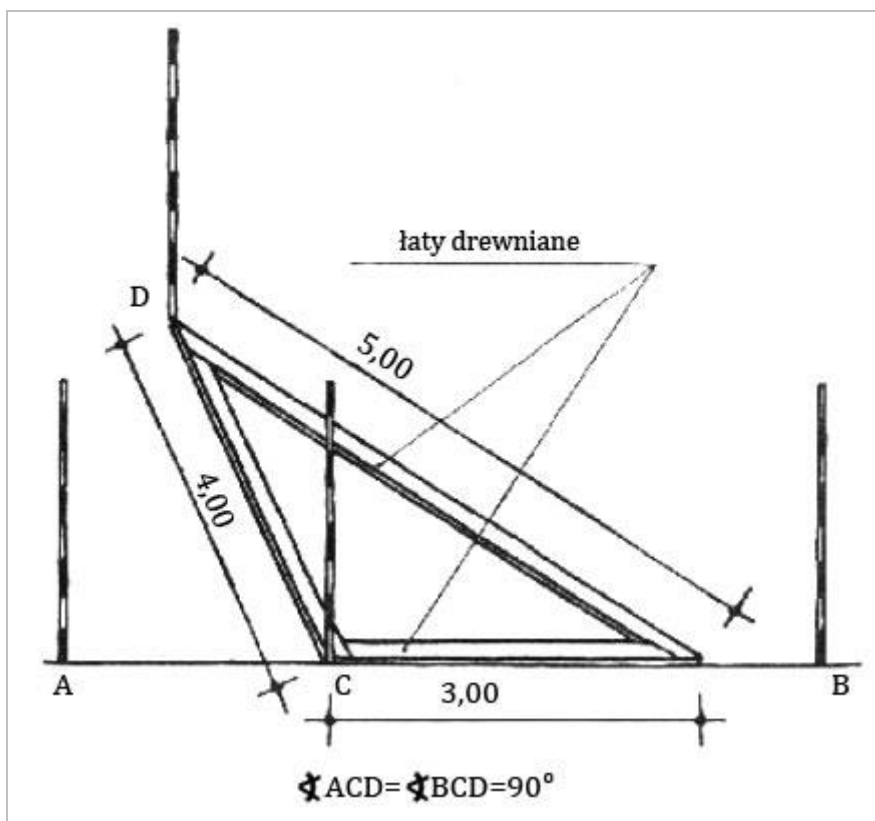
W warunkach pomiarów na placu budowy najprościej można wyznaczyć kierunek prostopadły do znanego odcinka trójkątem zbitym z łąt, mającym boki długości 3, 4 i 5 m, lub można w tym celu wykorzystać taśmę mierniczą, odmierzając nią boki trójkąta.

W celu wytyczenia prostej prostopadłej do odcinka  $AB$  w punkcie  $C$ , wykorzystując trójkąt z łąt, należy:

- punkt  $C$  zastabilizować tyczką, aby nie uległ przemieszczeniu;
- ułożyć trójkąt z łąt z wierzchołkiem kąta prostego w punkcie  $C$  tak, aby bok o długości 3 m leżał na odcinku  $AB$ , a drugi ułożony był w kierunku prostej prostopadłej;
- koniec boku trójkąta wyznaczającego prostą prostopadłą zastabilizować tyczką w punkcie  $D$ .

---

<sup>1</sup> <http://www.lech-bud.org/technologie/literatura/literatura/9i.pdf>



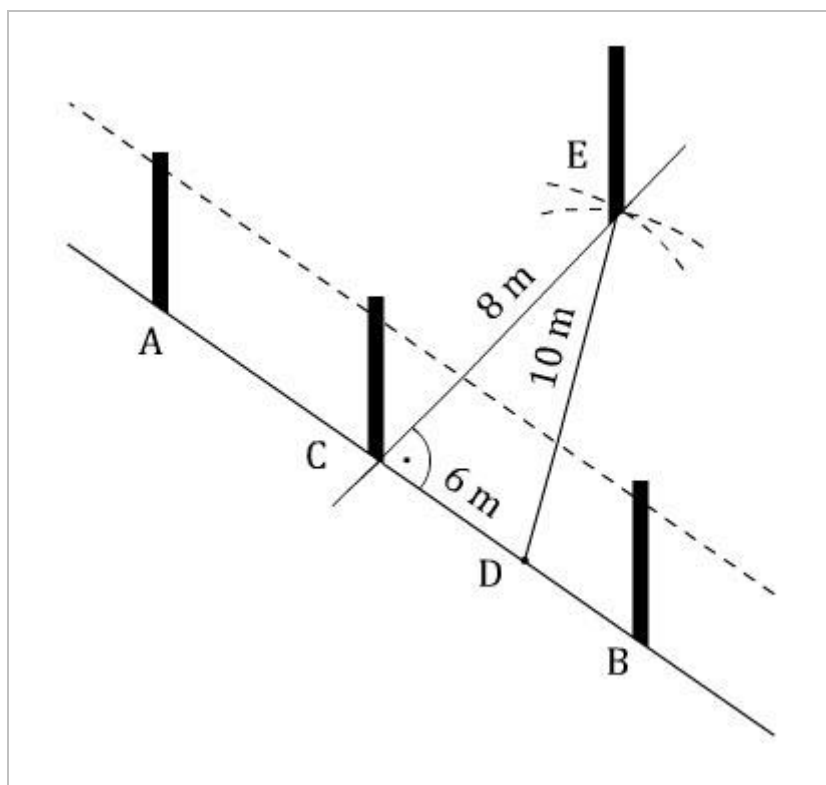
Rysunek 3.3 Wyznaczanie kąta prostego trójkątem z łąt

Źródło: Bąk M., *Wykonywanie podstawowych pomiarów w robotach ciesielskich*

Aby za pomocą taśmy mierniczej wyznaczyć prostą prostopadłą do odcinka *AB* w punkcie *C*, należy:

- punkt *C* zastabilizować tyczką, aby nie uległ przemieszczeniu;
- odłożyć z punktu *C* w kierunku punktu *A* lub *B* wartość jednej przyprostokątnej 6 m i zaznaczyć punkt *D*;
- z punktu *C* zakreślamy łuk o promieniu 8 m;
- z punktu *D* zakreślamy łuk o promieniu 10 m – punkt przecięcia wykreślonych łuków *E* tyczy odcinek *CE* leżący na prostej prostopadłej do odcinka *AB*.





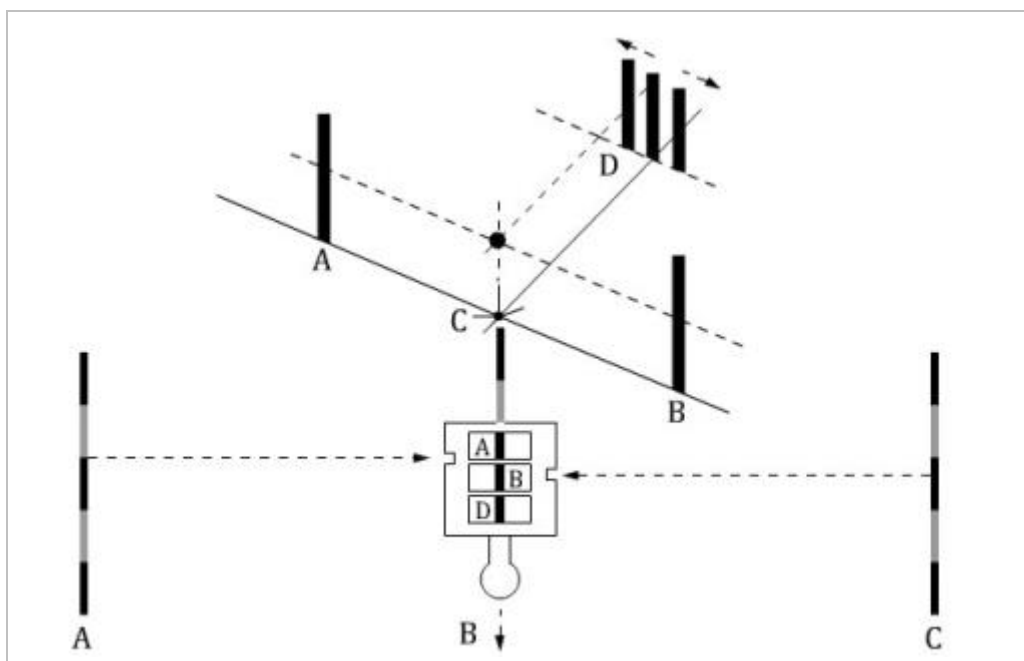
Rysunek 3.4 Wyznaczanie taśmą prostej prostopadłej

Źródło: Bąk M., *Wykonywanie podstawowych pomiarów w robotach ciesielskich*

Szybszym i dużo prostszym sposobem jest wyznaczenie kierunków nawzajem prostopadłych za pomocą przyrządu – węgielnicy.

**W celu wytyczenia prostej prostopadłej do odcinka AB w punkcie C za pomocą węgielnicy należy:**

- zaznaczyć tyczkami punkty A i B;
- ustawić się tak z węgielnicą, żeby pion znajdował się nad punktem C;
- zwrócić jedno okienko węgielnicy w stronę punktu A, drugie w stronę B;
- jeżeli obraz tyczki A jest przedłużeniem obrazu tyczki B, to znaczy, że węgielnica;
- znajduje się na prostej AB;
- pokierować trzymającego tyczkę D do momentu, w którym w okienku węgielnicy będzie ona przedłużeniem obrazu tyczek A i B;
- punkty D i C wyznaczają prostą prostopadłą do prostej AB w punkcie C.



Rysunek 3.5 Wyznaczanie prostej prostopadłej za pomocą węgielnicy

Źródło: Bąk M., *Wykonywanie podstawowych pomiarów w robotach ciesielskich*, Radom 2006

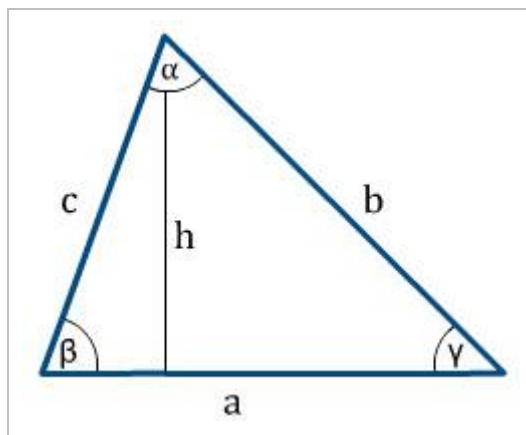
### 3.3.5 Obliczanie powierzchni

Każdy inżynier powinien umieć korzystać z mapy. Powierzchnia na mapie odpowiada rzeczywistej w określonym stosunku. Aby zmierzyć rzeczywistą powierzchnię dowolnego pola naniesionego na mapę, należy znać skalę, w jakiej ta mapa jest wykonana. Na podstawie wyników terenowych i sporządzonej mapy szczegółowej oblicza się pola powierzchni: użytków rolnych, działek, zlewni itp. W zależności od wymaganej dokładności powierzchnię możemy obliczyć metodą:

- analityczną;
- graficzną;
- mechaniczną;
- kombinowaną (tzw. metoda kombinowana polega na połączeniu podanych wyżej metod – analitycznej, graficznej lub mechaniczno-analityczną).

#### Sposób analityczny

Podczas prac okładzinowych obliczanie powierzchni tym sposobem przeprowadza się na podstawie elementów uzyskanych z pomiarów terenowych (długości i kątów). Pomiarów te możemy również odczytać z odpowiedniego rysunku budowlanego, np. z rzutów poziomych danej kondygnacji (jeżeli jest on dostępny). Jeżeli dysponujemy odpowiednią ilością wartości liniowych i kątowych pomierzonych w terenie, możemy obliczyć powierzchnie figury geometrycznej bez nanoszenia jej na zadany szkic. Do tych operacji rachunkowych wykorzystujemy znane matematyczne wzory na powierzchnie figur płaskich.



Rysunek 3.6 Trójkąt

Źródło: <http://www.math.edu.pl/pola-figur-plaskich>

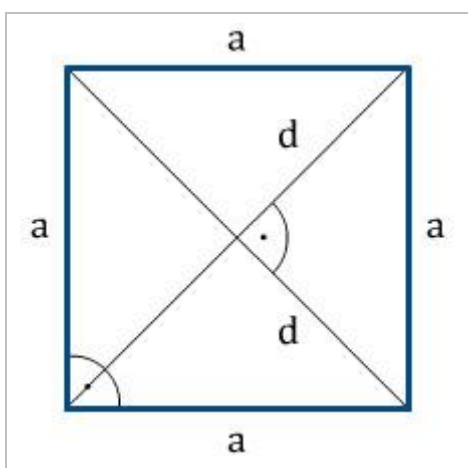
$$Ob = a + b + c$$

$$p = \frac{1}{2}(a + b + c)$$

$$P = \frac{1}{2}ah$$

$$P = \frac{1}{2}ab \sin \gamma = \frac{1}{2}bc \sin \alpha = \frac{1}{2}ac \sin \beta$$

$$P = \sqrt{p(p-a) \cdot (p-b) \cdot (p-c)}$$



Rysunek 3.7 Kwadrat

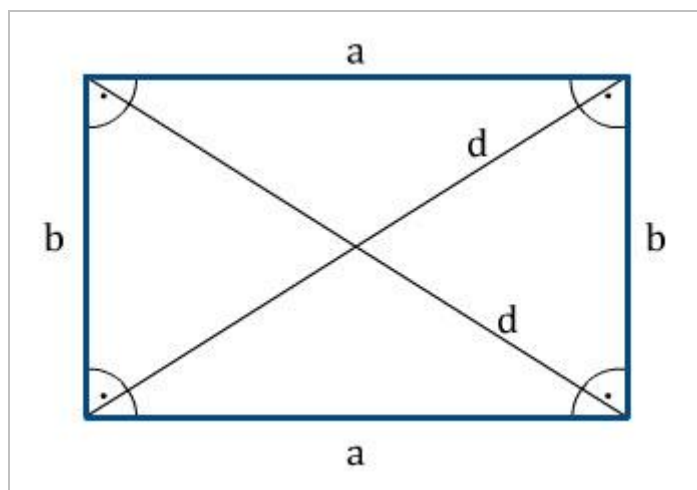
Źródło: <http://www.math.edu.pl/pola-figur-plaskich>

$$Ob = 4a$$

$$d = a\sqrt{2}$$

$$P = a^2$$

$$P = \frac{1}{2}d^2$$



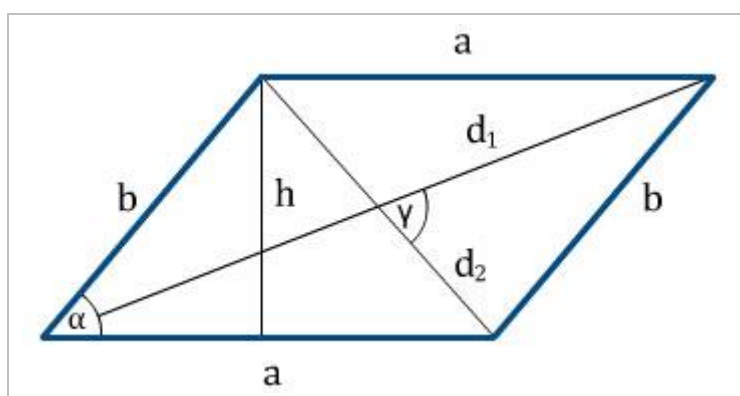
Rysunek 3.8 Prostokąt

Źródło: <http://www.math.edu.pl/pola-figur-plaskich>

$$Ob = 2a + 2b$$

$$P = a \cdot b$$

$$d = \sqrt{a^2 + b^2}$$

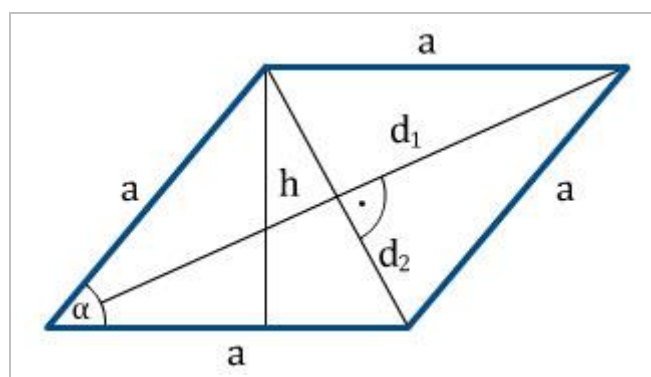


Rysunek 3.9 Równoległobok

Źródło: <http://www.math.edu.pl/pola-figur-plaskich>

$$Ob = 2a + 2b$$

$$P = \frac{1}{2} d_1 \cdot d_2 \cdot \sin \gamma$$



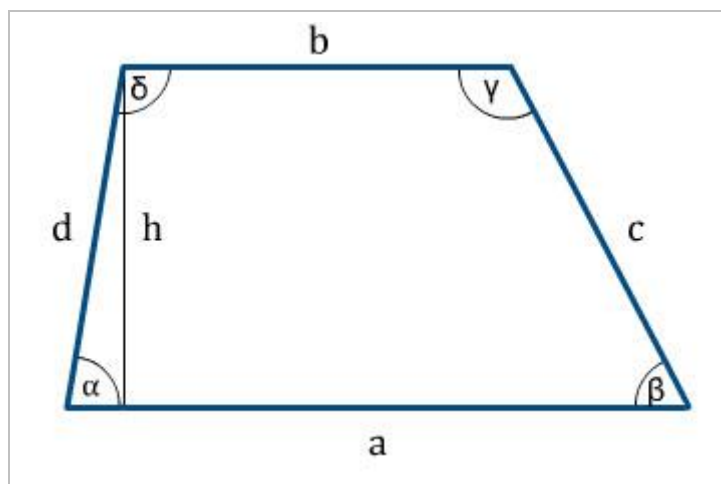
Rysunek 3.10 Romb

Źródło: <http://www.math.edu.pl/pola-figur-plaskich>

$$Ob = 4a$$

$$P = a \cdot h = a^2 \cdot \sin \alpha$$

$$P = \frac{1}{2} d_1 \cdot d_2$$

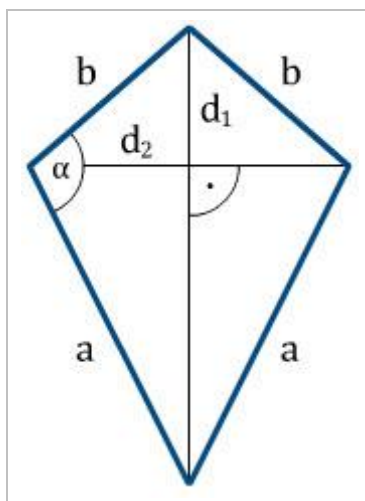


Rysunek 3.11 Trapez

Źródło: <http://www.math.edu.pl/pola-figur-plaskich>

$$Ob = a + b + c + d$$

$$P = \frac{1}{2} (a + b) \cdot h$$



Rysunek 3.12 Deltoid

Źródło: <http://www.math.edu.pl/pola-figur-plaskich>

$$Ob = 2a + 2b$$

$$P = \frac{1}{2} d_1 \cdot d_2$$

Gdzie:

$P$  – pole dane figury,

$Ob$  – obwód danej figury,

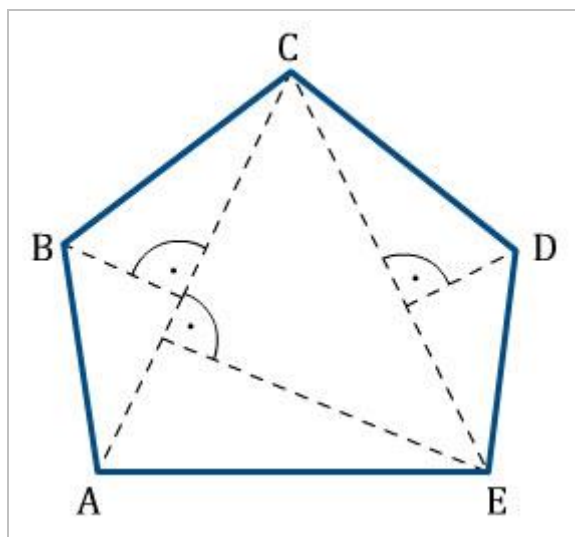
$a, b, c, d$  – boki figury,

$h$  – wysokość figury,

$d_1, d_2$  – przekątne figury.

### Sposób graficzny

Metoda graficzna polega na obliczeniu powierzchni na podstawie pomiarów ustalonych z mapy za pomocą cyrkla i podziałki transwersalnej (podziałki graficznej). Sposób ten jest mniej dokładny od sposobu analitycznego. Metodę ta stosuje się tylko wtedy, kiedy nie dysponujemy pomiarami wykonanymi bezpośrednio w terenie. Po obliczeniu pól samych trójkątów lub pól trójkątów, kwadratów i trapezów, na które podzielono mierzoną działkę, oblicza się pole całej działki jako sumę pól figur elementarnych.

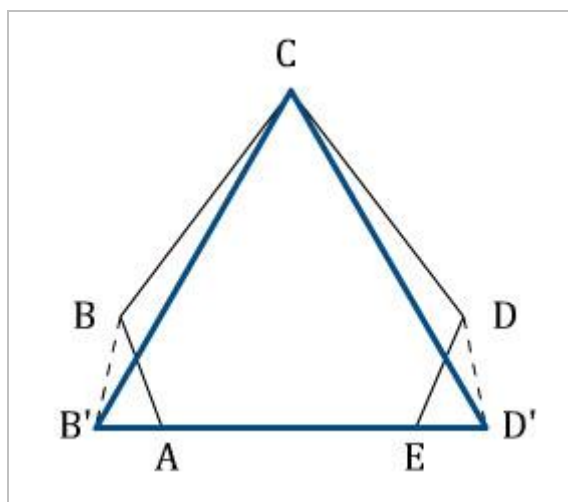


Rysunek 3.13 Obliczanie powierzchni metodą graficzną przez podział na trójkąty

Źródło: Jankowska J., *Geodezja*, Siedlce 2010, s. 64

Sprawdzenie poprawności wyznaczania pola mierzonej działki polega na ponownym obliczeniu pola figur elementarnych, tyle że na podstawie miar innych elementów (innych boków i wysokości) i obliczeniu pola działki jako sumy pól tych figur. Sposób ten jest jednak mało dokładny ze względu na błędy kartowania mapy i graficzną metodę pomiaru wielkości stosowanych do obliczeń pola. Często więc stosuje się metodę graficzno-pomiarową polegającą na częściowym pobieraniu do obliczeń miar terenowych. Inny sposób obliczania pól działek w kształcie wieloboków polega na przekształceniu tego wieloboku w trójkąt. A więc zamiast dzielić figurę na trójkąty można ją zamienić na jeden trójkąt o polu równym polu danej figury.





Rysunek 3.14 Obliczanie powierzchni metodą graficzną przez zamianę na równoważny trójkąt

Źródło: Jankowska J., *Geodezja, Siedlce 2010, s. 64*

Obieramy jeden z boków jako podstawę, a jeden z wierzchołków jako wierzchołek trójkąta równobawnego. Przez punkt  $B$  przeprowadzamy prostą równoległą do prostej  $AC$ . W wyniku przecięcia z linią podstawy  $AE$  uzyskamy punkt  $B'$ , który będzie lewym wierzchołkiem trójkąta równobawnego. W ten sam sposób postępuje się z punktem  $D$ , przez który przeprowadza się prostą równoległą do  $CE$ , aż do przecięcia się z linią  $AE$  i otrzymania punktu oznaczonego jako  $D'$ . Otrzymany trójkąt  $B'CD'$  będzie miał powierzchnię równą powierzchni wieloboku  $ABCDE$ .

Pola działek obliczone metodami analityczną i graficzną zaokrągła się do  $1 \text{ m}^2$ . Różnice między dwukrotnym obliczeniem pola tej samej działki metodą graficzną nie powinny przekraczać  $dP \leq 0,02 P$ . Suma średnich pól działek obliczonych graficznie nie powinna różnić się od pola całkowitego obliczonego analitycznie o więcej niż  $fp \leq 0,01 P$ . Odchyłkę  $fp$  (mniejszą od dopuszczalnej) rozrzucamy na każde pole działki proporcjonalnie do wielkości tego pola. Ostateczne pole działki jest sumą pola średniego i poprawki, a suma pól ostatecznych działek jest równa polu całkowitemu obliczonemu analitycznie.

Przy obliczaniu powierzchni sposobem graficznym możemy zastosować jedną spośród kilku metod obliczeń, w zależności od kształtu figury. Może się zdarzyć, że będziemy mieć do czynienia na mapie z powierzchnią nieregularną, krzywoliniową, która może wystąpić, jeżeli granicą działki jest np. rzeka. W takim przypadku pomiaru dokonujemy przy użyciu kalki milimetrowej lub rzadziej paletki (kalki z narysowanymi równoległymi liniami) czy planimetru nitkowego.

### 3.4 Tolerancje wymiarów

**Wymiar nominalny  $N$**  – jest to wymiar otrzymany w wyniku obliczeń lub przyjęty przez konstruktora części, dla którego założono pole tolerancji  $T$ . Wymiar uzyskiwany w wyniku procesu wykonawczego, zwany wymiarem rzeczywistym, powinien znaleźć się w ustalonym polu  $T$ , dla danego wymiaru nominalnego.

**Tolerancja wymiaru  $T$**  – jest to dopuszczalna różnica między wymiarami granicznymi (górnym  $ES$  i dolnym  $EI$ ), jaką może mieć wyrób uznany za dobry.



$$T = ES - EI \text{ (dla wymiarów wewnętrznych),}$$

$$T = es - ei \text{ ( dla wymiarów zewnętrznych),}$$

gdzie:

$T$  – tolerancja wymiaru,

$ES$  – górna odchyłka dla wymiarów wewnętrznych,

$es$  – górna odchyłka dla wymiarów zewnętrznych,

$EI$  – dolna odchyłka dla wymiarów wewnętrznych,

$ei$  – dolna odchyłka dla wymiarów zewnętrznych.

Tolerancja jest zawsze dodatnia, gdyż górny wymiar graniczny jest zawsze większy od dolnego wymiaru granicznego ( $es > ei$ ).

Między wymiarem nominalnym  $N$ , wymiarami górnymi i dolnymi, odchyłkami i tolerancją istnieją następujące zależności:

$$A = N + EI \text{ lub } A = N + ei,$$

$$B = N + ES \text{ lub } B = N + es,$$

$$T = ES - EI \text{ lub } T = es - ei \text{ albo } T = B - A,$$

gdzie:

$A$  – wymiar graniczny dolny,

$B$  – wymiar graniczny górny.

**Wymiar nietolerowany (swobodny)** – to wymiar, którego odchyłki graniczne nie zostały podane bezpośrednio przy liczbie wymiarowej w dokumentacji technicznej.<sup>2</sup>

Ponieważ rzeczywiste odchyłki wymiarów nietolerowanych nie mogą być zbyt duże, według postanowień zewnętrznych i wewnętrznych zapis ten może polegać na podaniu klas dokładności dla wymiarów nietolerowanych na rysunku wg normy PN-89/89/M-02102. Normy określają 18 klas dokładności wykonania, oznaczanych od IT1 do IT18, przy czym im niższy numer klasy dokładności wykonania, tym dokładniejsze wykonanie:

- klasy IT1 do IT4 to klasy najdokładniejsze, stosowane przy wyrobieniu narzędzi pomiarowych i urządzeń precyzyjnych;
- IT5 do IT11 to klasy średnio dokładne, najczęściej stosowane w budowie maszyn;
- IT12 do IT18 to klasy mało dokładne i wymiary nietolerowane.

Wielkości pól tolerancji dla średnio dokładnych klas dokładności wykonania, dla wymiarów do 3150 mm podano w poniższej tabeli.

<sup>2</sup> [http://www.kurs-cnc.pl/wp-content/uploads/2012/04/pomiary\\_warsztatowe-dla-uczni.pdf](http://www.kurs-cnc.pl/wp-content/uploads/2012/04/pomiary_warsztatowe-dla-uczni.pdf)

| Wymiar nominalny |      | IT5 | IT6 | IT7 | IT8 | IT9 | IT10 | IT11 |
|------------------|------|-----|-----|-----|-----|-----|------|------|
| powyżej          | do   |     |     |     |     |     |      |      |
| mm               |      | μm  |     |     |     |     |      |      |
| -                | 3    | 4   | 6   | 10  | 14  | 25  | 40   | 60   |
| 3                | 6    | 5   | 8   | 12  | 18  | 30  | 48   | 75   |
| 6                | 10   | 6   | 9   | 15  | 22  | 36  | 58   | 90   |
| 10               | 18   | 8   | 11  | 18  | 27  | 43  | 70   | 110  |
| 18               | 30   | 9   | 13  | 21  | 33  | 52  | 84   | 130  |
| 30               | 50   | 11  | 16  | 25  | 39  | 62  | 100  | 160  |
| 50               | 80   | 13  | 19  | 30  | 46  | 74  | 120  | 190  |
| 80               | 120  | 15  | 22  | 35  | 54  | 87  | 140  | 220  |
| 120              | 180  | 18  | 25  | 40  | 63  | 100 | 160  | 250  |
| 180              | 250  | 20  | 29  | 46  | 72  | 115 | 185  | 290  |
| 250              | 315  | 23  | 32  | 52  | 81  | 130 | 210  | 320  |
| 315              | 400  | 25  | 36  | 57  | 89  | 140 | 230  | 360  |
| 400              | 500  | 27  | 40  | 63  | 97  | 155 | 250  | 400  |
| 500              | 630  | 32  | 44  | 70  | 110 | 175 | 280  | 440  |
| 630              | 800  | 36  | 50  | 80  | 125 | 200 | 320  | 500  |
| 800              | 1000 | 40  | 56  | 90  | 140 | 230 | 360  | 560  |
| 1000             | 1250 | 47  | 66  | 105 | 165 | 260 | 420  | 660  |
| 1250             | 1600 | 55  | 78  | 125 | 195 | 310 | 500  | 780  |
| 1600             | 2000 | 65  | 92  | 150 | 230 | 370 | 600  | 920  |
| 2000             | 2500 | 78  | 110 | 175 | 280 | 440 | 700  | 1100 |
| 2500             | 3150 | 96  | 135 | 210 | 330 | 540 | 860  | 1350 |

Tabela 3.1 Przykłady wielkości pól tolerancji dla średnio dokładnych klas dokładności wykonania

Źródło: <http://www.pkm.edu.pl/index.php/component/content/article/84-tolerancje/273-00010303>

## 3.5 Literatura

### 3.5.1 Literatura obowiązkowa

- Jaskulski A., Auto CAD 2007/LT2007+ Wersja Polska i Angielska, Wydawnictwo Naukowe PWN, Warszawa 2008;
- Kazimierczak G., Pacula B., Budzyński A., Solid Edge. Komputerowe wspomaganie projektowania, Wydawnictwo HELION, Gliwice 2004;
- Maj T., Zawodowy rysunek budowlany, WSiP, Warszawa 2006;
- Maj T., Rysunek techniczny budowlany, WSiP, Warszawa 2012;
- Martinek W.: Murarstwo i tynkarstwo, WSiP, Warszawa 1999;
- Martinek W., Nowak P., Woyciechowski P., Technologia robót budowlanych, Oficyna Wydawnicza Politechniki Warszawskiej, Warszawa 2010;
- Mirski J.Z. Organizacja budowy, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1999;
- Panas J. (red.), Nowy poradnik majstra budowlanego, Wydawnictwo ARKADY, Warszawa 2012;

- Stefańczyk B. (red.), Budownictwo ogólne, t. 1 Materiały i wyroby budowlane, Budownictwo ogólne, t. 3 Elementy budynków, podstawy projektowania, Wydawnictwo ARKADY, Warszawa 2005;
- Szymański E., Murarstwo i tynkarstwo, Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 2010;
- Wolski Z., Roboty podłogowe i okładzinowe., Wydawnictwa Szkolne i Pedagogiczne, Warszawa 1998.

### 3.5.2 Literatura dodatkowa

- Markiewicz P., Budownictwo ogólne dla architektów, ARCHI-PLUS, Kraków 2007;
- Urban L., Technologia robót Murarskich i tynkarskich, Wydawnictwo ARKADY, Warszawa 1969.

### 3.5.3 Netografia

- <http://www.lech-bud.org/technologie/literatura/literatura/9i.pdf>;
- [http://www.kurs-cnc.pl/wp-content/uploads/2012/04/pomiary\\_warsztatowe-dla-uczni.pdf](http://www.kurs-cnc.pl/wp-content/uploads/2012/04/pomiary_warsztatowe-dla-uczni.pdf).

## 3.6 Spis tabel i rysunków

|  |    |
|--|----|
| Rysunek 3.1 Schemat wykonywania niwelacji ze środka.....   | 5  |
| _Toc374528768Rysunek 3.2 Schemat wykonywania niwelacji w przód.....                                  | 6  |
| Rysunek 3.3 Wyznaczanie kąta prostego trójkątem z łat.....   | 8  |
| Rysunek 3.4 Wyznaczanie taśmą prostej prostopadłej.....  | 9  |
| Rysunek 3.5 Wyznaczanie prostej prostopadłej za pomocą węgielnicy.....                               | 10 |
| Rysunek 3.6 Trójkąt .....  | 11 |
| Rysunek 3.7 Kwadrat.....   | 11 |
| Rysunek 3.8 Prostokąt.....   | 12 |
| Rysunek 3.9 Równoległobok.....   | 12 |
| Rysunek 3.10 Romb.....   | 12 |
| Rysunek 3.11 Trapez.....   | 13 |
| Rysunek 3.12 Deltoid .....   | 13 |
| Rysunek 3.13 Obliczanie powierzchni metodą graficzną przez podział na trójkąty .....                 | 14 |
| Rysunek 3.14 Obliczanie powierzchni metodą graficzną przez zamianę na równoważny trójkąt.....        | 15 |
| Tabela 3.1 Przykłady wielkości pól tolerancji dla średnio dokładnych klas dokładności wykonania..... | 17 |

## 3.7 Spis treści

|       |   |   |
|-------|---|---|
| 3     | Pomiary w robotach okładzinowych.....   | 2 |
| 3.1   | Przyrządy pomiarowe stosowane w robotach okładzinowych – klasyfikacja i zastosowanie..... | 2 |
| 3.1.1 | Rodzaje pomiarów na budowie .....   | 2 |
| 3.2   | Budowa i obsługa przyrządów pomiarowych.....  | 3 |



|       |  |    |
|-------|--|----|
| 3.2.1 | Podstawowe przyrządy pomiarowe.....      | 3  |
| 3.3   | Metody wykonywania prac pomiarowych..... | 3  |
| 3.3.1 | Prace pomiarowe .....                    | 3  |
| 3.3.2 | Pomiary liniowe.....                     | 3  |
| 3.3.3 | Pomiary wysokościowe.....                | 4  |
| 3.3.4 | Pomiary kątów .....                      | 7  |
| 3.3.5 | Obliczanie powierzchni .....             | 10 |
| 3.4   | Tolerancje wymiarów.....                 | 15 |
| 3.5   | Literatura.....                          | 17 |
| 3.5.1 | Literatura obowiązkowa.....              | 17 |
| 3.5.2 | Literatura dodatkowa .....               | 18 |
| 3.5.3 | Netografia.....                          | 18 |
| 3.6   | Spis tabel i rysunków.....               | 18 |