



Źródło: www.fotolia.com

KURS

Roboty tynkarskie

MODUŁ

Przyrządy i metody pomiarowe



3 Przyrządy i metody pomiarowe

3.1 Klasyfikacja przyrządów pomiarowych

Przyrząd pomiarowy to przyrząd służący do wyznaczania wartości wielkości fizycznych. Działanie przyrządów pomiarowych polega na przetworzeniu wielkości mierzonej (lub wielkości, związanej z nią określoną zależnością) na wskazanie przyrządu lub inną informację (np. wykres przebiegu zmian wielkości)¹.

3.1.1 Sprzęt do pomiarów liniowych

Wyróżniamy następujący sprzęt do pomiarów liniowych:

- drogomierz;
- taśma;
- miarki, miary;
- ruletka;
- tyczki miernicze;
- dalmierz;
- dalmierz w lunecie teodolitu albo tachimetru;
- łąta miernicza.

3.1.2 Sprzęt do wyznaczania kątów

Wyróżniamy następujący sprzęt do wyznaczania kątów:

- węgielnica;
- kątowniki;
- pochyłomierze;
- niwelator;
- teodolit.

3.1.3 Sprzęt do pomiarów wysokościowych

Wyróżniamy następujący sprzęt do pomiarów wysokościowych:

- tachimetr (Total Station);
- niwelator.

¹<http://encyklopedia.wp.pl/encid,1729888,name,przyrzad-pomiarowy,haslo.html?ticaid=111233>



3.1.4 Geodezyjny sprzęt pomocniczy

Wyróżniamy następujący sprzęt pomocniczy:

- lustra geodezyjne;
- tyczki;
- szpilki;
- statywy;
- łąty;
- planimetry;
- repery;
- inne.

3.1.5 Narzędzia pomiarowe i pomocnicze w budownictwie

Wyróżniamy następujące narzędzia pomiarowe i pomocnicze w budownictwie:

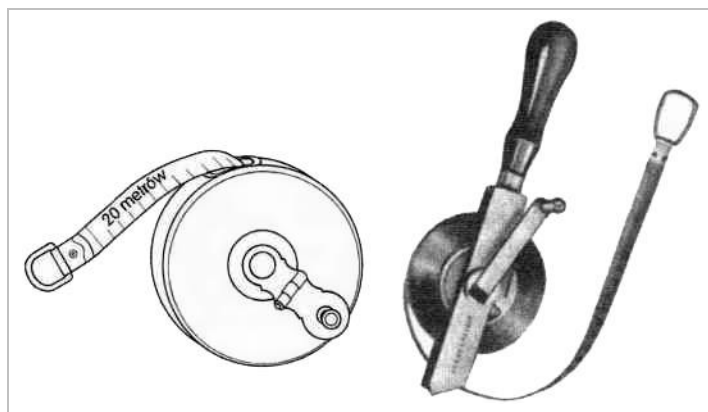
- kątomierze, kątowniki, kątownice;
- łąty budowlane;
- miarki, miary;
- niwelatory;
- dalmierze;
- pochyłomierze;
- kliny – szczelinomierze;
- poziomnice;
- ruletki;
- wykrywacze (detektory);
- mierniki parametrów środowiska (termometry, pirometry, higrometry, anemometry, światłomierze).

3.2 Budowa, zasady użytkowania przyrządów pomiarowych

Drogomierze, zwane też kółkami pomiarowymi lub dystansometrami, to urządzenia mechaniczne lub mechaniczno-elektroniczne, służące do pomiaru odległości w terenie. Mierzą one z dokładnością do 0,02% do 0,05%, co sprawia, że nie nadają się

do pomiarów precyzyjnych (w tym lepsze są dalmierze laserowe), ale za to doskonale sprawdzają się do pomiarów krzywoliniowych².

Ruletka – może być wykonana z taśmy stalowej o szerokości ok. 1 cm lub z tworzywa sztucznego, wzmocnionego włóknem szklanym. Długość taśmy w ruletce może wynosić 10–50 m. Najbardziej rozpowszechnione są ruletki 25- i 50-metrowe. Taśma w ruletce jest nawijana na oś za pomocą korbki i całkowicie chowa się wewnątrz okrągłego futerału lub nawija na widełki³.



Rysunek 3.1 Ruletki

Źródło: Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009, s. 230

Tyczka geodezyjna (tyczka miernicza) – wykonana z drewna lub metalu o długości 2 metrów, pomalowana w biało-czerwone poziome pasy o szerokości 20 cm, 25 cm lub 50 cm. U dołu jest zakończona grotem (ostrzem, spinem) dla ułatwienia wbicia jej w ziemię. Tyczki mogą być składane. Służą do oznaczania punktu w terenie, aby były widoczne z dużej odległości⁴.

Dalmierze – służą do pomiaru odległości w szybki i prosty sposób. Dalmierze wykorzystują promienie laserowe lub fale ultradźwiękowe. Wyróżniamy także dalmierze kreskowe, diagramowe, jednoobrazowe oraz elektroniczne. Aby dokonać pomiaru, należy wycelować lunetą dalmierza na łątę. Nowoczesne dalmierze posiadają wiele funkcji, znacznie przyspieszających i ułatwiających obliczenia, takich jak pomiar długości, pomiar powierzchni, pomiar kubatury, pomiary pośrednie, dodawanie/odejmowanie długości, dodawanie/odejmowanie powierzchni, dodawanie/odejmowanie kubatury, pomiar nachylenia, pomiar elementów skośnych, pomiar profili terenowych, pomiar powierzchni trójkąta, pomiar kąta, pomiar trapezu i wiele innych.

Łata niwelacyjna (geodezyjna) – przyrząd geodezyjny, stosowany w niwelacji. W zależności od wymaganej dokładności wykonania pomiaru (niwelacji) wyróżnia się łąty do niwelacji technicznej lub precyzyjnej. Z uwagi na potrzeby transportowe łąty do niwelacji technicznej są wykonywane z profili aluminiowych, wysuwanych teleskopowo. Na przedniej stronie łąty wykonany jest podział, grafika w kontrastowych kolorach

²<http://planeria.pl/arttykul/geodezyjne-przyrzady-pomiarowe-do-czego-sluzą-i-jak-je-kupowac-1335/>

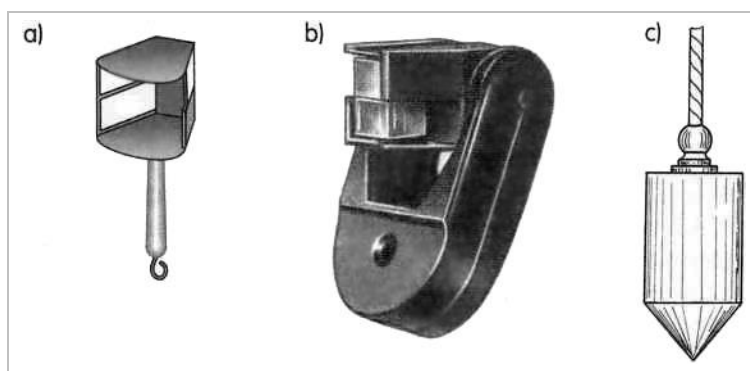
³M. Popek, B. Wapińska, Podstawy budownictwa, Warszawa 2009, s. 230

⁴http://pl.wikipedia.org/wiki/Tyczka_geodezyjna

(białe tło i czerwone/czarne kolejne metry), ułatwiająca wykonanie odczytu – pomiaru odległości od stopy łąty do osi celowej niwelatora (poziomej kreski krzyża nitek). Odczyty z łąt, ustawionych na kolejnych punktach, umożliwiają obliczenie różnicy wysokości pomiędzy tymi punktami, a reperem lub (w ramach ciągu niwelacyjnego) pomiar i obliczenie wysokości końcowego punktu nad poziomem morza⁵.

Węgielnice optyczne służą do wyznaczania kątów prostych. Są to przyrządy do wyznaczania kierunków prostopadłych do danej prostej lub wtyczania się na prostą. Węgielnice optyczne mogą być:

- pryzmatyczne (pentagonalne);
- zwierciadlane, których stosowania niemal już zaniechano⁶.



Rysunek 3.2 Węgielnice optyczne: a) węgielnica zwierciadlana, b) i c) węgielnica pentagonalna podwójna

Źródło: Popek M., Wapińska B., Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009, s. 232

Węgielnica zwierciadlana jest zbudowana z dwóch lusterek, nachylonych do siebie pod kątem 45°. Lusterka są umieszczone w oprawce, a nad każdym jest wycięty otwór. U dołu węgielnica ma rączkę z haczykiem, na którym zawieszają się pion, ułatwiający ustawienie węgielnicy dokładnie nad danym punktem.

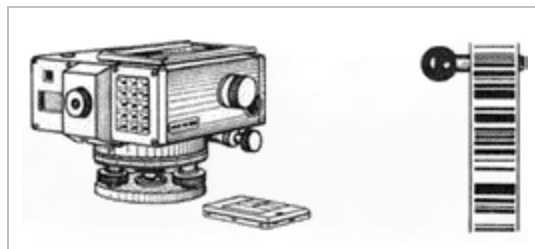
Niwelator to instrument, wytwarzający jedynie poziomą płaszczyznę celową, stosowany do określania rzędnych (wysokości) punktów leżących na danym terenie. Jeśli luneta niwelatora jest wyposażona w dalmierz, można też używać go do pomiaru odległości.

Niwelator samopoziomujący – poziomowanie osi celowej odbywa się dzięki specjalnemu urządzeniu optyczno-mechanicznemu, zwanemu kompensatorem. Kompensator znajduje się wewnątrz lunety i po każdym jej wycelowaniu automatycznie poziomuje odczyt na łącie. Niwelator samopoziomujący jest wyposażony tylko w libellę (poziomnicę) pudełkową do wstępnego poziomowania za pomocą śrub nastawczych.

Niwelator cyfrowy to instrument, w którym zastosowano cyfrowy sposób odczytu z łąty, opisanej kodem paskowym. Czas pomiaru i odczytu z jednej łąty wynosi około 4 sekund. Odczyty z łąt są zapisywane w pamięci niwelatora. Można odczytać je na małym ekranie ciekłokrystalicznym, stanowiącym element tego urządzenia.

⁵http://www.tool-box.pl/laty-pomiarewe-c-3_163.html

⁶M. Popek, B. Wapińska, Podstawy budownictwa, dz. cyt., s. 232

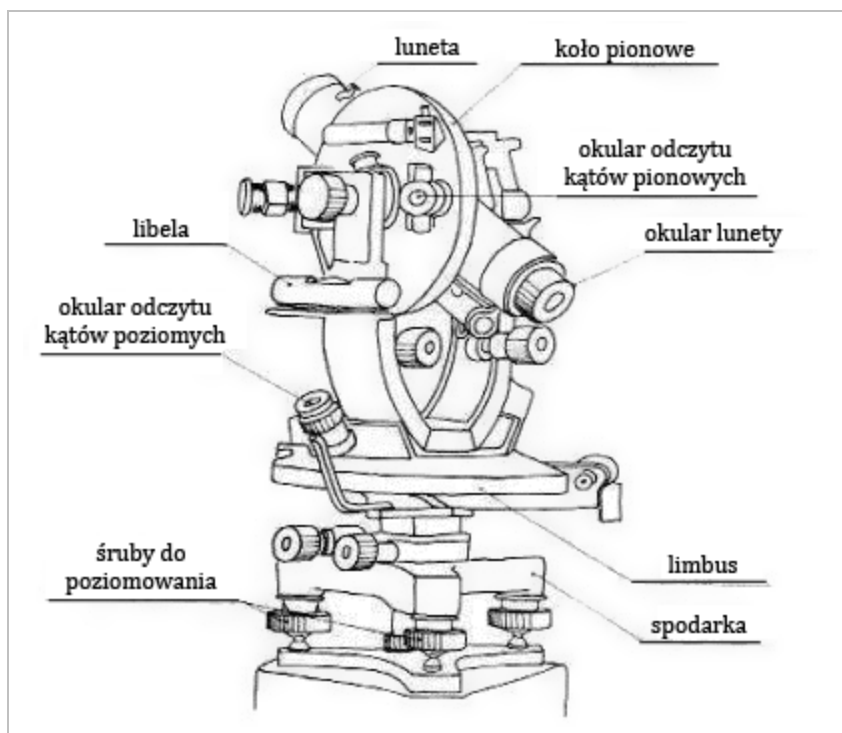


Rysunek 3.3 Niwelator cyfrowy z łąką kodowaną

Źródło: Popek M., Wapińska B. Podstawy budownictwa, WSiP, Warszawa 2009, s. 242

Niwelator laserowy jest urządzeniem często stosowanym przy różnego rodzaju pracach budowlanych. Lunetę zastąpiono w nim obracającą się głowicą laserową, wysyłającą wiązkę światła, tworzącego płaszczyznę. Odbiór promieni w terenie może być wykonany przez obserwację linii świetlnej na łące lub przez zastosowanie specjalnego czujnika, przesuwanego wzdłuż łąty, który dźwiękiem sygnalizuje uchwycenie światła od niwelatora⁷.

Teodolit jest przyrządem używanym do pomiarów kątów poziomych i pionowych w terenie. W lunetę teodolitu zwykle wmontowany jest dalmierz, służący do pomiarów odległości.



Rysunek 3.4 Budowa teodolitu optycznego

Źródło: Tauszyński K., Budownictwo z technologią, cz. 1, WSiP, Warszawa 2007

⁷Tamże, s. 243

Tachimetr to instrument geodezyjny przeznaczony do pomiaru: kątów poziomych, kątów pionowych oraz odległości. Jest to połączenie teodolitu (pomiar kątów) i dalmierza (pomiar odległości z użyciem wbudowanego dalmierza elektrooptycznego), popularnie zwany dalmierzem. Instrument pozwala na pomiar punktów terenowych w trzech wymiarach (X, Y, Z) z wykorzystaniem zależności geometrycznych pomiędzy nimi. Tachimetry mają wewnętrzną pamięć, umożliwiającą przechowywanie dużej ilości danych, jak i obliczenia na nich⁸.

Planimetr mechaniczny służy do obliczania powierzchni na mapach i planach sporządzonych w różnych skalach. Instrument jest przeznaczony do pomiaru w jednostkach metrycznych. Ramię pomiarowe jest zaopatrzone w szkło powiększające. Dzięki niemu są widoczne najdrobniejsze szczegóły na mapie, przez co prowadzenie ramienia jest bardziej precyzyjne⁹.

Wykrywacze, inaczej detektory budowlane, dzielimy następująco:

- do wykrywania drewna w celu określenia położenia i grubości, np. profili konstrukcyjnych w ścianach gipsowo-kartonowych;
- do wykrywania metalu w celu zlokalizowania wszelkiego rodzaju elementów metalowych, tj. rur wodociągowych lub przewodów elektrycznych pod napięciem, stalowych profili do konstrukcji ścian działowych. Można wykryć przedmioty o małych rozmiarach, tj. nawet w granicach kilkunastu milimetrów. Mają dodatkową funkcję określania głębokości, na jaką wiercenie w ścianie jest bezpieczne i niekolidujące z istniejącą tam instalacją;
- detektory uniwersalne, mające możliwość wykrywania w podłożu drewna, metalu i przewodów pod napięciem. Mają też dodatkową funkcję detekcji przedmiotów z PCV, PVC, PP i PE, dzięki czemu można zlokalizować np. rury kanalizacyjne.

3.2.1 Zasady konserwacji narzędzi i przyrządów pomiarowych

Narzędzia i przyrządy pomiarowe oraz sprzęt pomocniczy powinny znajdować się pod szczególną ochroną zarówno w czasie użytkowania, jak i magazynowania. Należy je chronić przed uszkodzeniami mechanicznymi i korozyjnym wpływem warunków atmosferycznych. Niewłaściwe i niestaranne obchodzenie się ze sprzętem pomiarowym powoduje jego przedwczesne mechaniczne zużycie lub uszkodzenie. Z tych powodów nie należy w czasie eksploatacji przetrzymywać narzędzi pomiarowych razem z narzędziami obróbkowymi lub w miejscach zanieczyszczonych albo wilgotnych. Sprzęt pomiarowy należy bezwzględnie oczyścić z błota i kurzu. Nie należy dopuszczać, by podlegały one wpływom pola magnetycznego lub ulegały nagrzewaniu.

3.3 Zastosowanie przyrządów pomiarowych

Aby dowiedzieć się więcej na temat zastosowania przyrządów pomiarowych, przejdź do prezentacji pt. „Zastosowanie przyrządów pomiarowych”.

⁸<http://sklep.apogeo.com.pl/jaki-wybrac-tachimetr-pm-53.html>

⁹<http://sklep.geodezja.pl/mechaniczny-planimetr-biegunowy-ha-317e.html>

3.4 Metody dokonywania pomiarów

3.4.1 Zasady wykonywania pomiarów

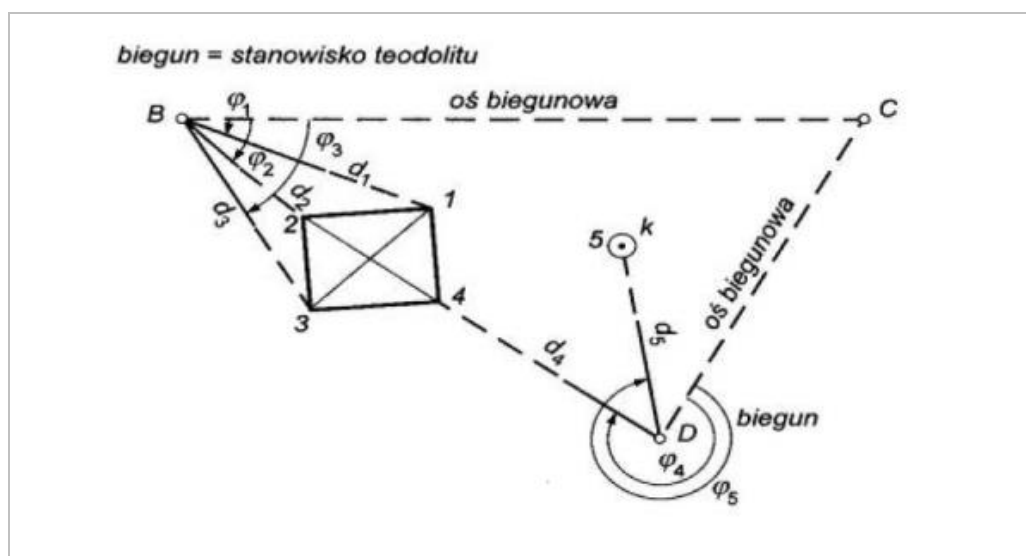
Uzyskanie prawidłowego wyniku pomiaru, czyli prawidłowego odwzorowania na planie stanu istniejącego lub wytyczenia projektowanego obiektu w terenie, wymaga przestrzegania zasad:

- 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 do tego dwie przekątne;
- zasady odpowiedniej kolejności pomiarów, polegającej na konieczności stopniowego przechodzenia od pomiarów większych elementów terenu (lub obiektów) do mniejszych¹⁰.

3.4.2 Metody pomiaru szczegółów terenowych

Wyróżniamy następujące metody pomiaru szczegółów terenowych:

- biegunowa – wykonuje się pomiar odległości od stanowiska instrumentu do punktu celowania i kierunku (kąta) za pomocą teodolitu lub stacji pomiarowej;

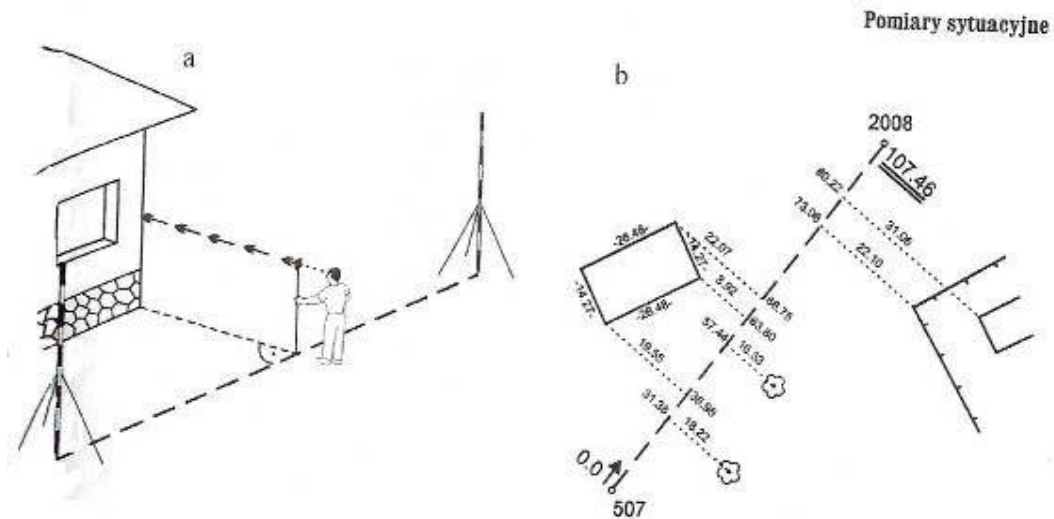


Rysunek 3.5 Pomiar sytuacji metodą biegunową

Źródło: Przewłocki S., *Geodezja dla inżynierii środowiska*, PWN, Warszawa 1997, s. 135

- 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);

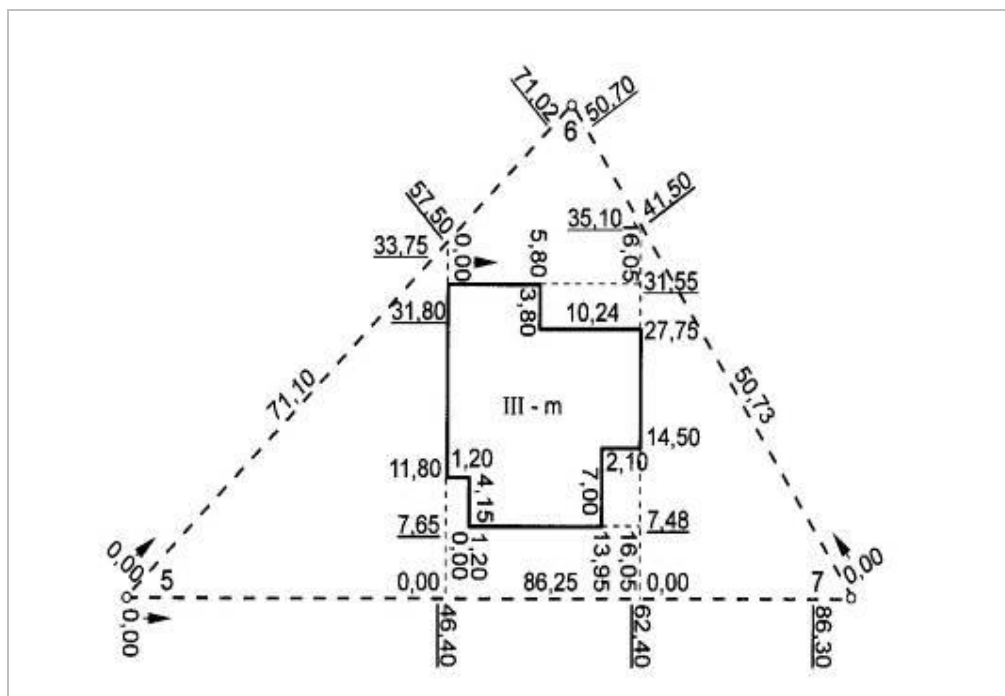
¹⁰K. Tauszyński, *Budownictwo z technologią*, cz. 1, Warszawa 2007



Rysunek 3.6 Pomiar szczegółów metodą domiarów prostokątnych i sposób zapisu na szkicu

Źródło: Kosiński W., *Geodezja wyd. V*, Wyd. SGGW, Warszawa 2005, s. 203

- przecięć kierunków – rejestruje się miary w miejscach przecięcia konturu sytuacyjnego z linią pomiarową. Można zaprojektować specjalny układ linii pomiarowych tak, by zdjąć dużą ilość punktów przecięcia;
- przedłużeń – 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;

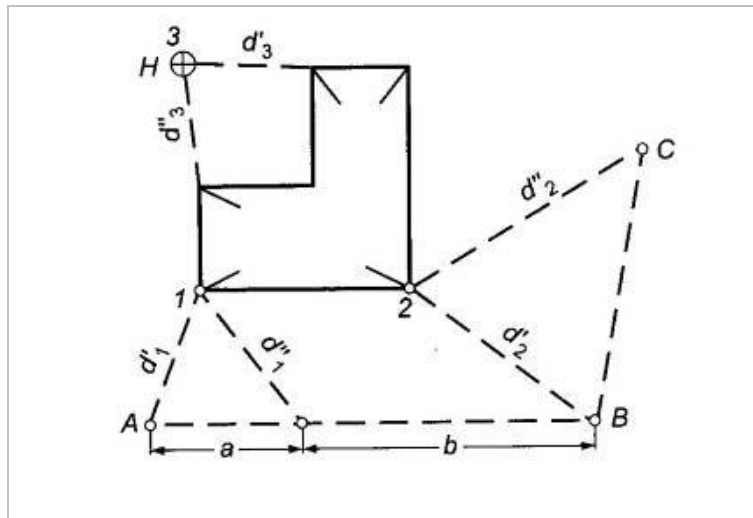


Rysunek 3.7 Pomiar sytuacji metodą przedłużeń

Źródło: Przewłocki S., *Geodezja dla inżynierii środowiska*, PWN, Warszawa 1997, s. 135

- wcięć kątowych i liniowych:

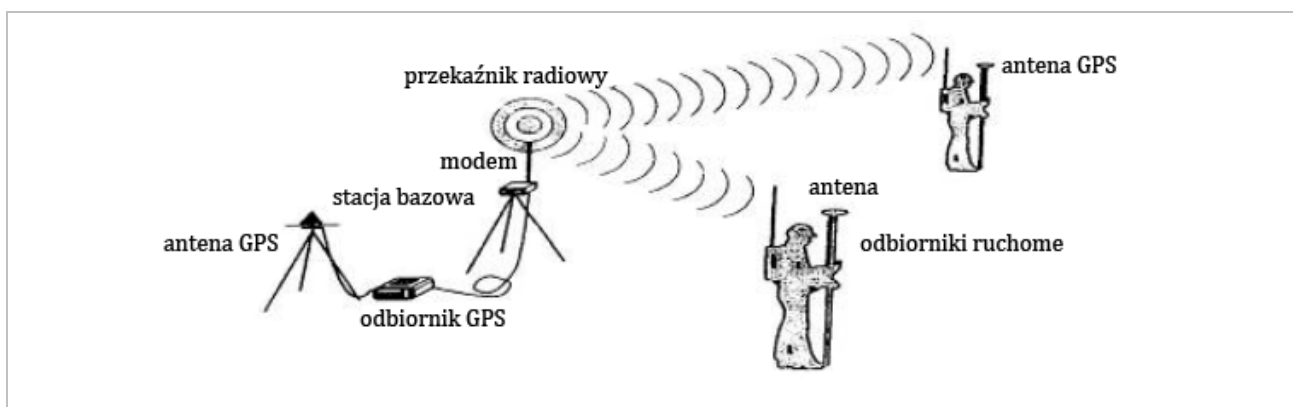
- wcięcie kątowe polega na wyznaczeniu położenia punktu na podstawie pomierzonych kątów w stosunku do punktów o znanym położeniu (bazy wcięcia). W punktach bazy mierzy się kąty poziome,
- wcięcie liniowe polega na wyznaczeniu położenia punktu na podstawie pomierzonych odległości między wyznaczanym punktem a punktami o znanych współrzędnych (bazy wcięcia),
- wcięcie kąto–liniowe to takie, w którym dla określenia położenia punktu podlegają pomiarowi kąty i odległości w punktach bazy wcięcia;



Rysunek 3.8 Pomiar sytuacji metoda wcięć liniowych

Źródło: Przewłocki S., *Geodezja dla inżynierii*, PWN, Warszawa 1997, s. 136

- fotogrametrii naziemnej – polega na przetworzeniu danych, zarejestrowanych na zdjęciach fotograficznych kamerą fotogrametryczną na punktach osnowy geodezyjnej. Przetworzenie danych fotogrametrycznych polega na odczytaniu współrzędnych tłowych na zdjęciach i transformacji do układu współrzędnych w przyjętym układzie odniesienia;
- z użyciem technologii GPS¹¹.



Rysunek 3.9 Zasada pomiarów terenowych GPS

¹¹<http://leslawpianowski.sd.prz.edu.pl/pl/67/art221.html>

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

3.5 Tolerancje wymiarowe

3.5.1 Podstawowe jednostki miar



Rysunek 3.10 Podstawowe jednostki miar

Źródło: opracowanie własne

3.5.2 Jednostki miar, wykorzystywane w budownictwie

Pole powierzchni:

- 1 m² (metr kwadratowy – kwadrat o boku 1 metra);
- 1 a (ar – kwadrat o boku 10 metrów) = 100 m²;
- 1 ha (hektar – kwadrat o boku 100 metrów) = 100 a = 10 000 m²;
- 1 km² = 100 ha = 1 000 000 m².

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 g, czyli kąt środkowy oparty na łuku o długości równej 1/400 obwodu koła. Grady, podobnie jak stopnie, dzieli się na mniejsze jednostki:



- $1^g = 100^c$, gdzie 1^c to centygrad, zwany też minutą gradową;
- $1^c = 100^{cc}$, gdzie 1^{cc} 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 $12^g32^c18^{cc}$ lub $12^g,3218$.

Przeliczenie kątów, wyrażonych w mierze gradowej na miarę stopniową lub odwrotnie, wykonuje się, korzystając z zależności, że $90^o = 100^g$ ¹².

3.5.3 Tolerancja wymiarowa

Podczas wykonywania przedmiotów zawsze istnieje pewien 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 wymiaru¹³.

Każdy wymiar stolerowany ma dwa określone wymiary graniczne: wymiar górny B i wymiar dolny A, 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 i wymiarem nominalnym N.

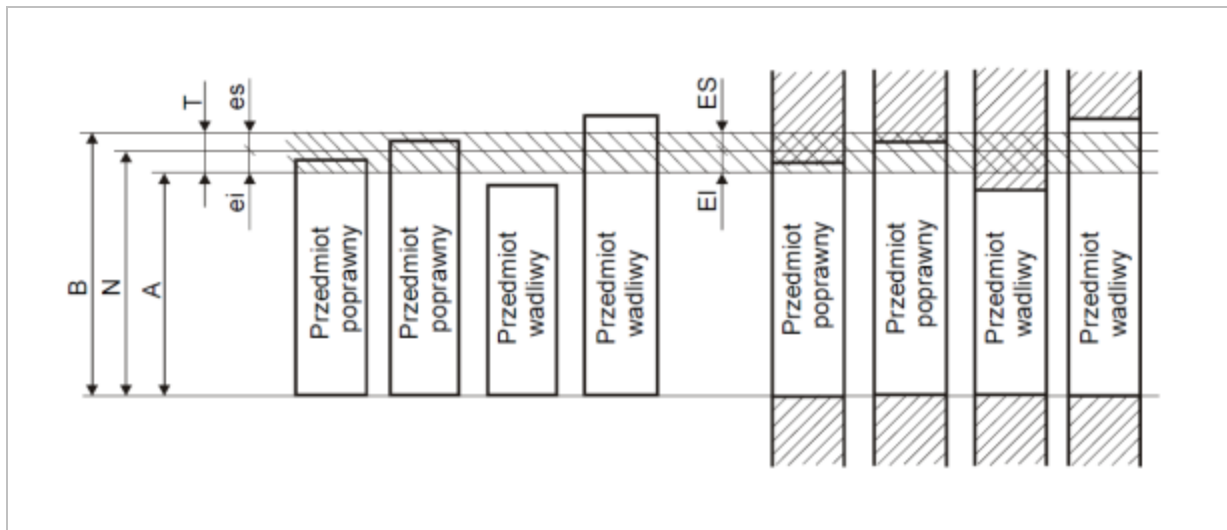
Odchyłką dolną (EI – dla wymiaru wewnętrznego, ei dla wymiaru zewnętrznego) nazywa się różnicę między wymiarem dolnym A i wymiarem nominalnym N.

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

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

¹²M. Popek, B. Wapińska, Podstawy budownictwa, dz. cyt., s. 247

¹³<http://www.pkm.edu.pl/index.php/component/content/article/84-tolerancje/275-00010301>



Rysunek 3.11 Wymiary: nominalny, graficzny, tolerancji wymiaru i odchyłki

Źródło: Dobrzański T., Rysunek Techniczny Maszynowy, WNT, Warszawa 2004 s. 69

3.6 Literatura

3.6.1 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.

3.6.2 Literatura uzupełniająca

- Maj T., Rysunek techniczny budowlany, WSiP, Warszawa 2013;
- Tauszyński K., Budownictwo z technologią cz. 1, WSiP, Warszawa 2007.

3.6.3 Netografia

- <http://www.pkm.edu.pl/index.php/component/content/article/84-tolerancje/275-00010301>;
- <http://leslawpianowski.sd.prz.edu.pl/pl/67/art221.html>;
- <http://sklep.apogeo.com.pl/jaki-wybrac-tachimetr-pm-53.html>;
- <http://sklep.geodezja.pl/mechaniczny-planimetr-biegunowy-ha-317e.html>;
- http://pl.wikipedia.org/wiki/Tyczka_geodezyjna;



- http://www.tool-box.pl/laty-pomiarowe-c-3_163.html;
- <http://planeria.pl/artukul/geodezyjne-przyrzady-pomiarowe-do-czego-sluza-i-jak-je-kupowac-1335/>;
- <http://encyklopedia.wp.pl/encid,1729888,name,przyrzad-pomiarowy,haslo.html?ticaid=111233>.

3.7 Spis rysunków

Rysunek 3.1 Ruletki.....	4
Rysunek 3.2 Węgielnice optyczne: a) węgielnica zwierciadlana, b) i c) węgielnica pentagonalna podwójna.....	5
Rysunek 3.3 Niwelator cyfrowy z łąką kodowaną.....	6
Rysunek 3.4 Budowa teodolitu optycznego.....	6
Rysunek 3.5 Pomiar sytuacji metodą biegunową.....	8
Rysunek 3.6 Pomiar szczegółów metoda domiarów prostokątnych i sposób zapisu na szkicu.....	9
Rysunek 3.7 Pomiar sytuacji metodą przedłużeń.....	9
Rysunek 3.8 Pomiar sytuacji metoda wciec liniowych.....	10
Rysunek 3.9 Zasada pomiarów terenowych GPS.....	10
Rysunek 3.10 Podstawowe jednostki miar.....	11
Rysunek 3.11 Wymiary: nominalny, graficzny, tolerancji wymiaru i odchyłki.....	13

3.8 Spis treści

3 Przyrządy i metody pomiarowe.....	2
3.1 Klasyfikacja przyrządów pomiarowych.....	2
3.1.1 Sprzęt do pomiarów liniowych.....	2
3.1.2 Sprzęt do wyznaczania kątów.....	2
3.1.3 Sprzęt do pomiarów wysokościowych.....	2
3.1.4 Geodezyjny sprzęt pomocniczy.....	3
3.1.5 Narzędzia pomiarowe i pomocnicze w budownictwie.....	3
3.2 Budowa, zasady użytkowania przyrządów pomiarowych.....	3
3.2.1 Zasady konserwacji narzędzi i przyrządów pomiarowych.....	7
3.3 Zastosowanie przyrządów pomiarowych.....	7
3.4 Metody dokonywania pomiarów.....	8
3.4.1 Zasady wykonywania pomiarów.....	8
3.4.2 Metody pomiaru szczegółów terenowych.....	8
3.5 Tolerancje wymiarowe.....	11
3.5.1 Podstawowe jednostki miar.....	11
3.5.2 Jednostki miar wykorzystywane w budownictwie.....	11
3.5.3 Tolerancja wymiarowa.....	12
3.6 Literatura.....	13
3.6.1 Literatura obowiązkowa.....	13
3.6.2 Literatura uzupełniająca.....	13
3.6.3 Netografia.....	13
3.7 Spis rysunków.....	14