

Rodzaje przyrządów pomiarowych oraz pomiaru w robotach budowlanych

kl. 2

PODSTAWY BUDOWNICTWA
dr inż. Henryk Żelazny

W budownictwie stosuje się następujące pomiary:

- a) poziome,
- b) pionowe,
- c) kątowe.

B. Pomiar wysokości – polegają na określeniu położenia punktów pomiarowych względem przyjętej powierzchni odniesienia, dzięki czemu można zobrazować formy ukształtowania terenu.

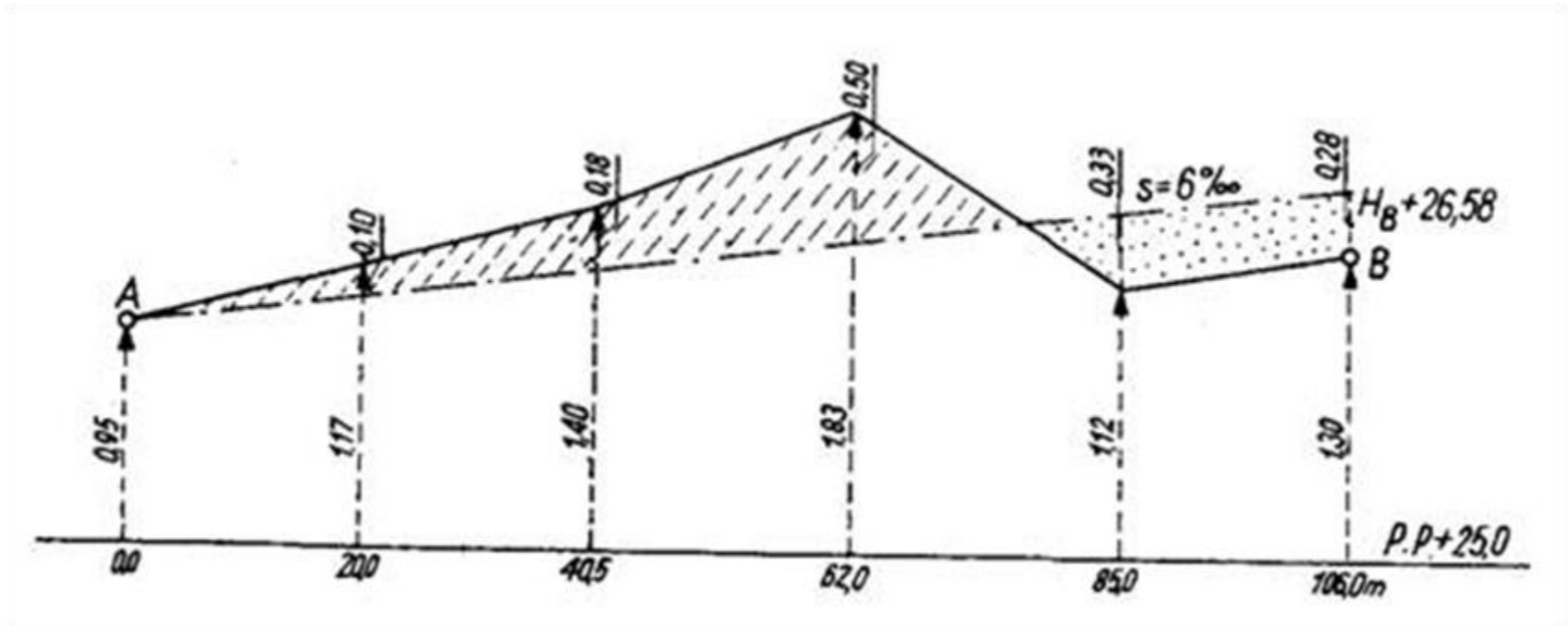


Prace miernicze obejmują:

a) wykonanie pomiarów w terenie,



- przekrojów (profil) podłużnych i poprzecznych,



- map, stanowiących ostateczny wynik graficznego opracowania pomiarów geodezyjnych.



Mapy geodezyjne

W budownictwie korzysta się z map zasadniczych, opracowywanych w podziałkach 1:500, 1:1000, 1:2000 i 1:5000.

Przygotowane one mogą być w postaci:

- 1) analogowej, czyli ręcznie (na planszy aluminiowej, folii lub papierze),
- 2) numerycznej (cyfrowej), za pomocą komputera oraz specjalnego oprogramowania.

Obiekty na mapach przedstawia się za pomocą znaków umownych, zestawionych w katalogu znajdującym się w części D ***Instrukcji technicznej K-1. Mapa zasadnicza.***

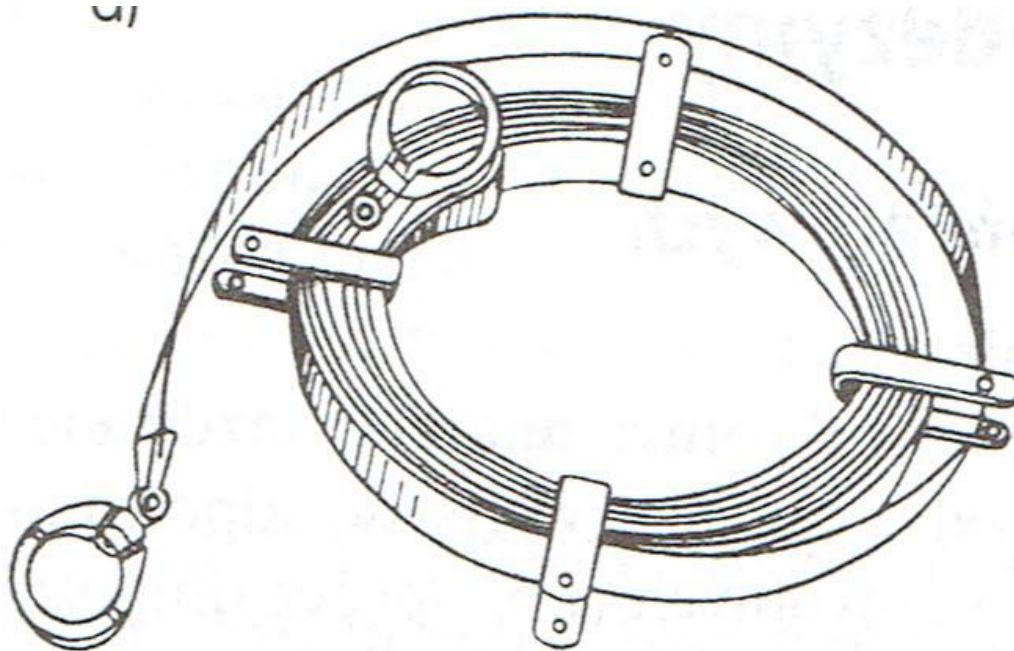
Sprzęt i przyrządy pomiarowe



1. Taśma miernicza.

Jest to stalowa wstęga długości najczęściej 20 m z metalowymi nakładkami z uchwytami ułatwiającymi trzymanie przyrządu, nawinięta na specjalnej obręczy o średnicy 30 cm.

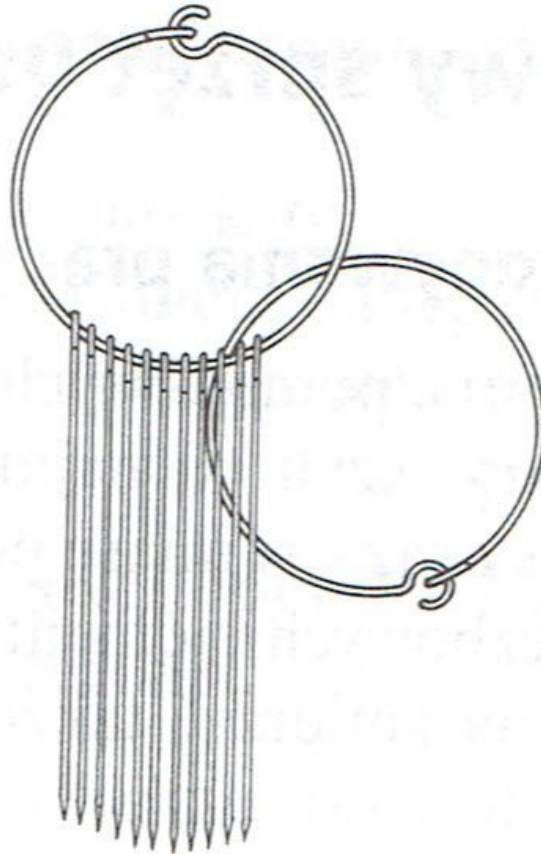
Do każdej taśmy dołączony jest komplet jedenastu szpilek założonych na metalowe pierścienie.



2. Szpilki.

Są to metalowe pręty o średnicy ok. 5 mm i długości 30 cm.

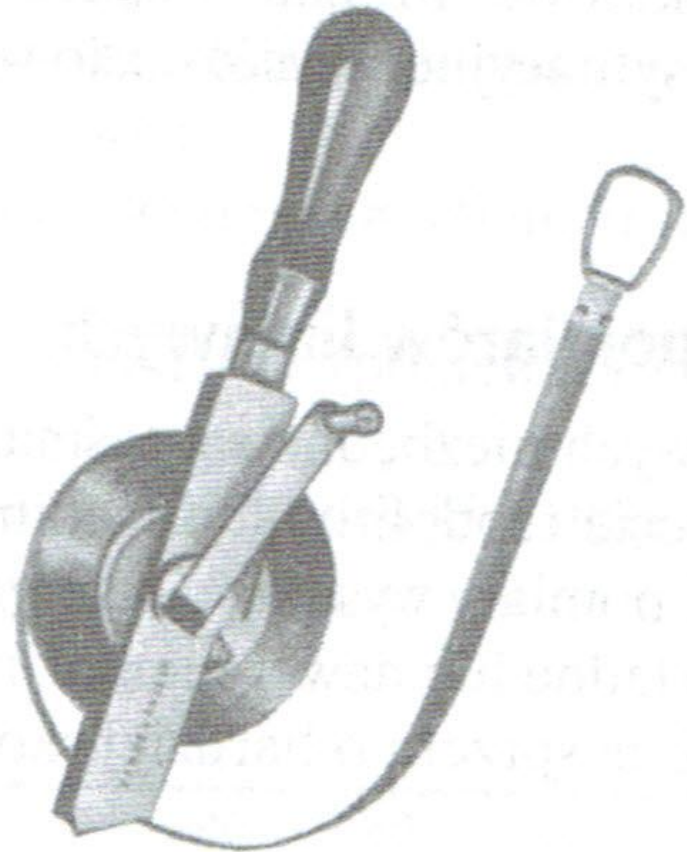
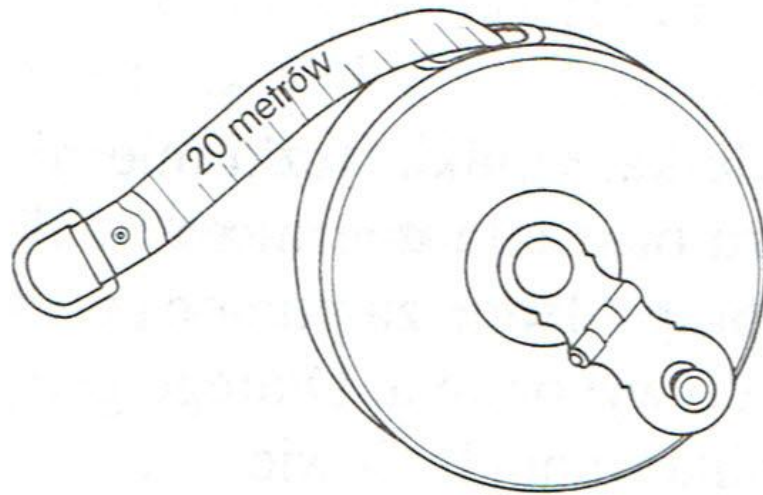
Wbija się je w ziemię, oznaczając kolejne położenia końców taśmy.



3. Ruletka.

Wykonana jest z taśmy stalowej lub z tworzywa sztucznego.

Długość taśmy w ruletce może wynosić 10 do 50 m.

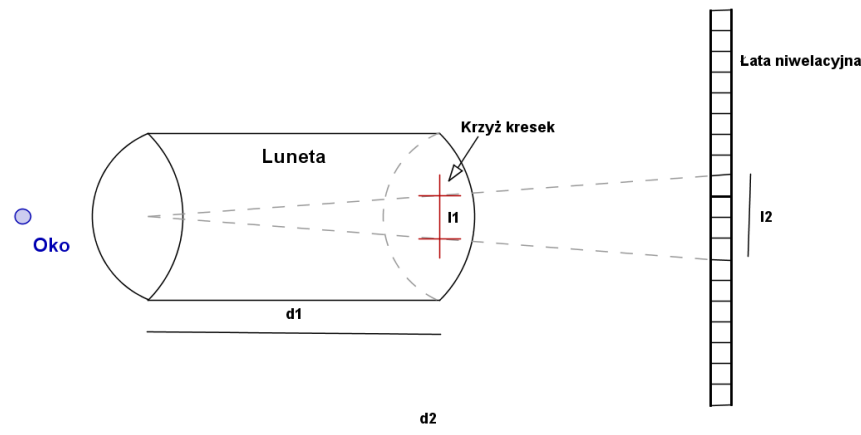


4. Dalmierz.

Służy do pomiaru odległości i jest bardziej dokładny taśmy lub ruletki.

Do pomiarów wykorzystuje się m. in. dalmierze kreskowe, elektroniczne i laserowe.

Najprostsze **dalmierze kreskowe** wmontowane są w lunety tachimetrów lub niwelatorów.



$$\frac{I1}{d1} = \frac{I2}{d2}$$

$$I1 \times d2 = d1 \times I2 / I1$$

$$d2 = \frac{d1 \times I2}{I1}$$

Dalmierze elektroniczne mają zasięg pomiaru wynoszący kilkadziesiąt kilometrów i stanowią standardowe wyposażenie tachimetrów elektronicznych.

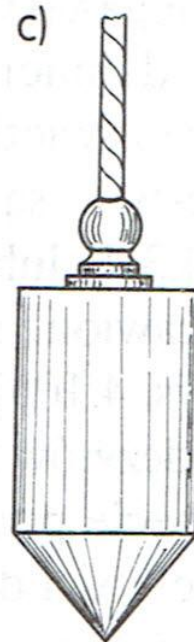
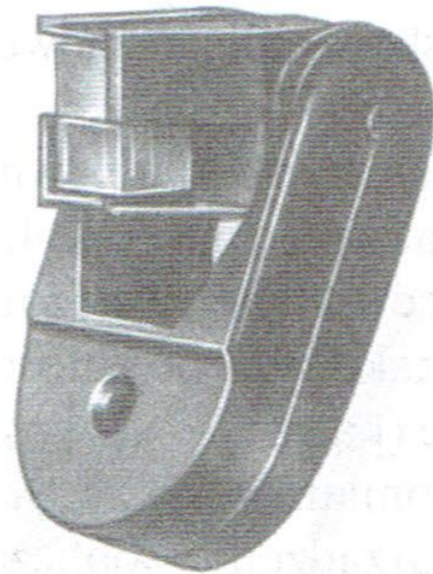
Dalmierze laserowe ręczne stosuje się do wymiarowania pomieszczeń i wykonywania pomiarów na zewnątrz budynków.



5. Węgielnice optyczne.

Służą do wytyczania kątów prostych.

Zbudowana jest z dwóch nałożonych na siebie szklanych pryzmatów, obróconych pod kątem 90° , znajdujących się w obudowie, do której zawieszają się pion w celu dokładnego ustawienia węgielnicy nad danym punktem.



6. Teodolit.

Jest to przyrząd służący do pomiaru kątów poziomych i pionowych w terenie.

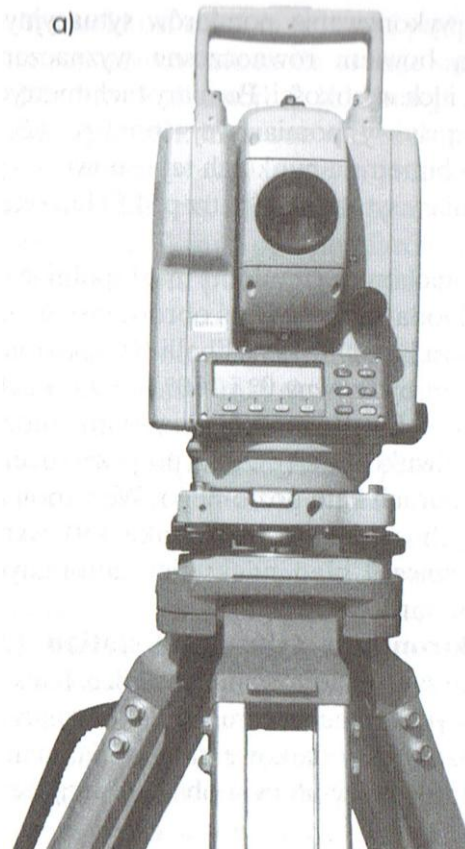
W lunetę teodolitu zwykle wmontowany jest dalmierz.



7. Tachimetr.

Stosuje się go do wykonywania pomiarów sytuacyjnych i sytuacyjno-wysokościowych.

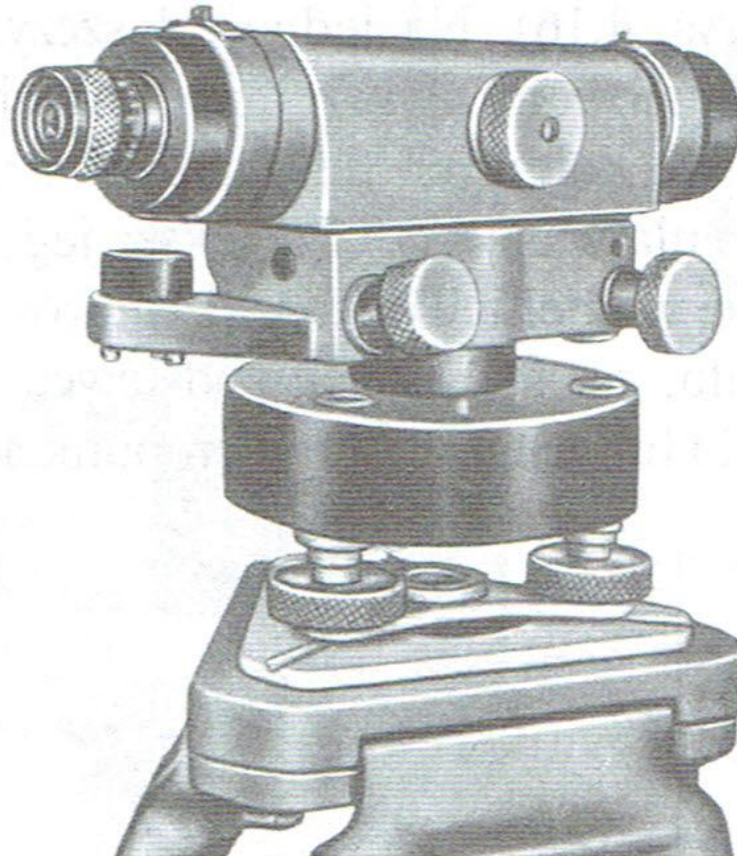
Umożliwiają równoczesne wyznaczenie punktów szczegółów terenowych i ich wysokości.



8. Niwelatory.

Stosowane są do określania rzędnych (wysokości) punktów leżących na danym terenie.

Jeśli są wyposażone w dalmierz, to mogą być także używane do pomiaru odległości.

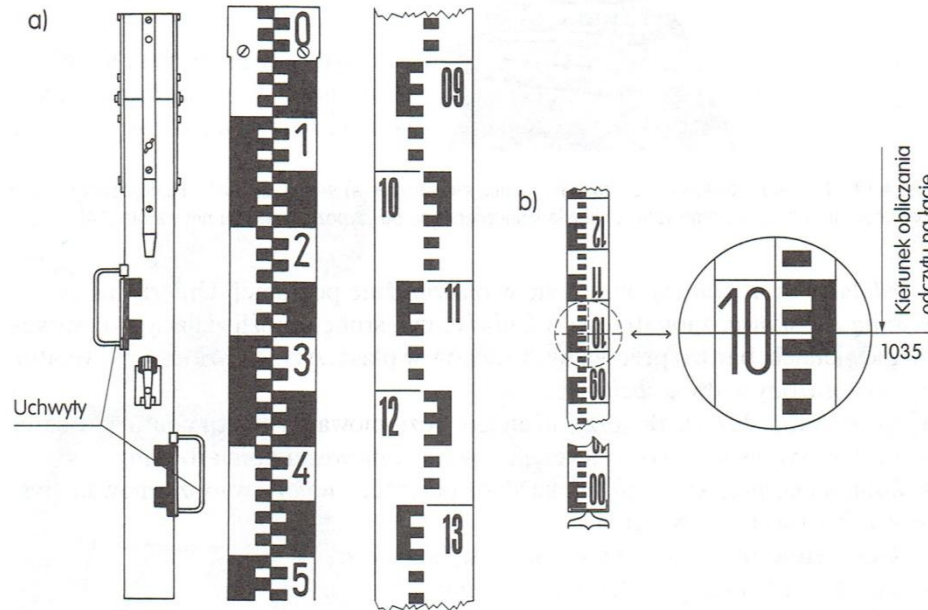


9. Łaty niwelacyjne.

Są to listwy o przekroju 100x30 mm wykonane z drewna, tworzyw sztucznych lub aluminium.

Podczas pomiarów łatę ustawia się pionowo, zerem podziałki do dołu.

Na jednej płaszczyźnie łata ma podziałkę centymetrową, malowaną na przemian farbą białą i czarną lub czerwoną oraz oznaczenia cyfrowe kolejnych decymetrów i metrów.



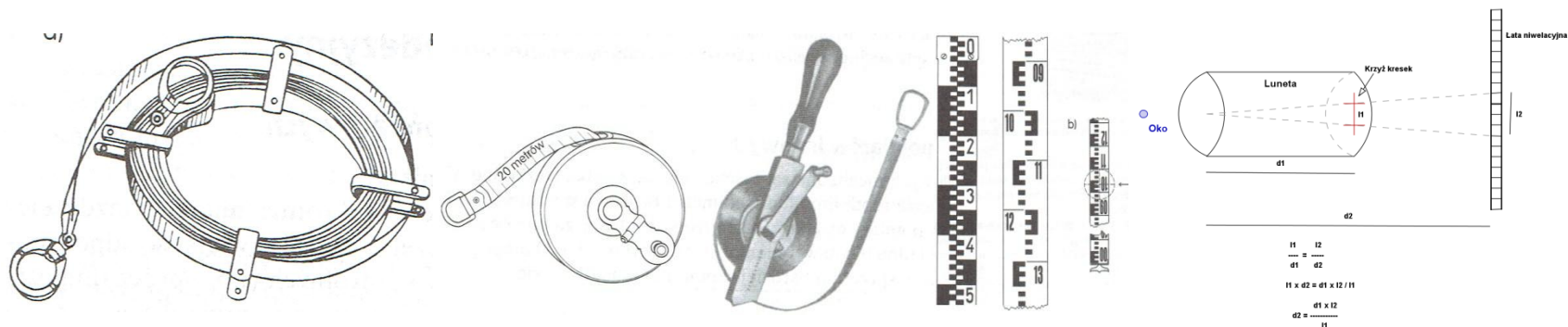
Zasady wykonywania pomiarów geodezyjnych



Pomiar długości

Najprostsze pomiary długości wykonuje się za pomocą:

- taśm stalowych,
- ruletek,
- łąt mierniczych,
- dalmierzy elektronicznych.

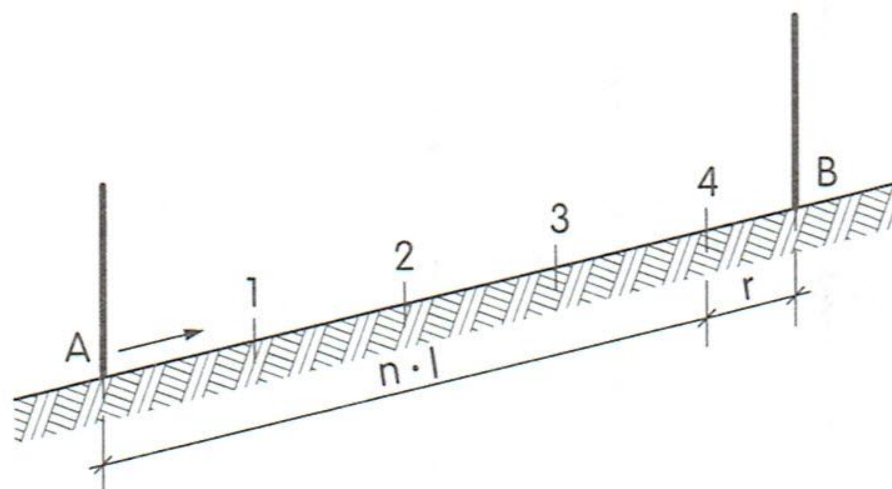


Pomiar długości może być wykonany w sposób:

- bezpośredni,
- pośredni.

Pomiar bezpośredni wykonuje się taśmą mierniczą, układaną na powierzchni terenu przez dwóch pomiarowych.

Początek oraz koniec odcinka należy oznaczyć tyczkami mierniczymi.



Długość mierzonego odcinka będzie równa:

$$AB = l \cdot n + r$$

gdzie:

l – długość taśmy,

n – liczba przyłożeń taśmy,

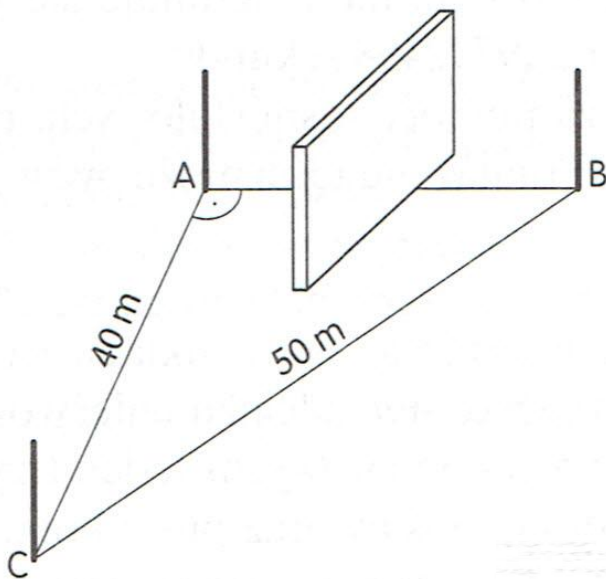
r – końcówka pomiaru mniejsza od długości całej taśmy.

Kolejne czynności w wykonywaniu pomiaru długości są następujące:

- 1) jeden pomiarowy trzyma początek taśmy i puste kółko do zawieszania szpilek, drugi pomiarowy trzyma koniec taśmy i kółko ze szpilkami,
- 2) pierwszy pomiarowy przykładą punkt zerowy taśmy do początkowego punktu odcinka i nakierowuje drugiego pomiarowego na tyczkę końcową,
- 3) drugi pomiarowy naciąga taśmę i przy kresce oznaczającej jej koniec wbija szpilkę,
- 4) następnie obaj, trzymając taśmę za uchwyty, przesuwają się do przodu aż do momentu, w którym pomiarowy trzymający początek taśmy dojdzie do wbitej szpilki i przykładą do niej zero taśmy,
- 5) taśmę należy ponownie naciągnąć i zaznaczyć koniec szpilką,
- 6) pomiarowy, który trzyma początek taśmy, wyjmuje z ziemi pierwszą szpilkę, zakłada ją na kółko i wraz z drugim pomiarowym przesuwają się dalej wzdłuż mierzonej linii.
- 7) w celu skontrolowania pomiaru odcinek mierzy się także w kierunku przeciwnym.

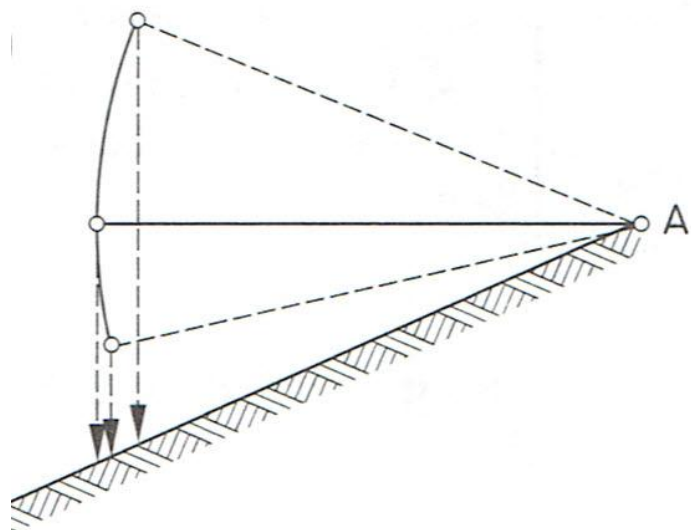
Pomiar pośredni wykonuje się w przypadku występowania na trasie jakiejś przeszkody.

Polega on na zmierzeniu długości kilku innych łatwo dostępnych odcinków i ewentualnie kilku kątów oraz obliczeniu właściwego odcinka na podstawie prostych zależności matematycznych.

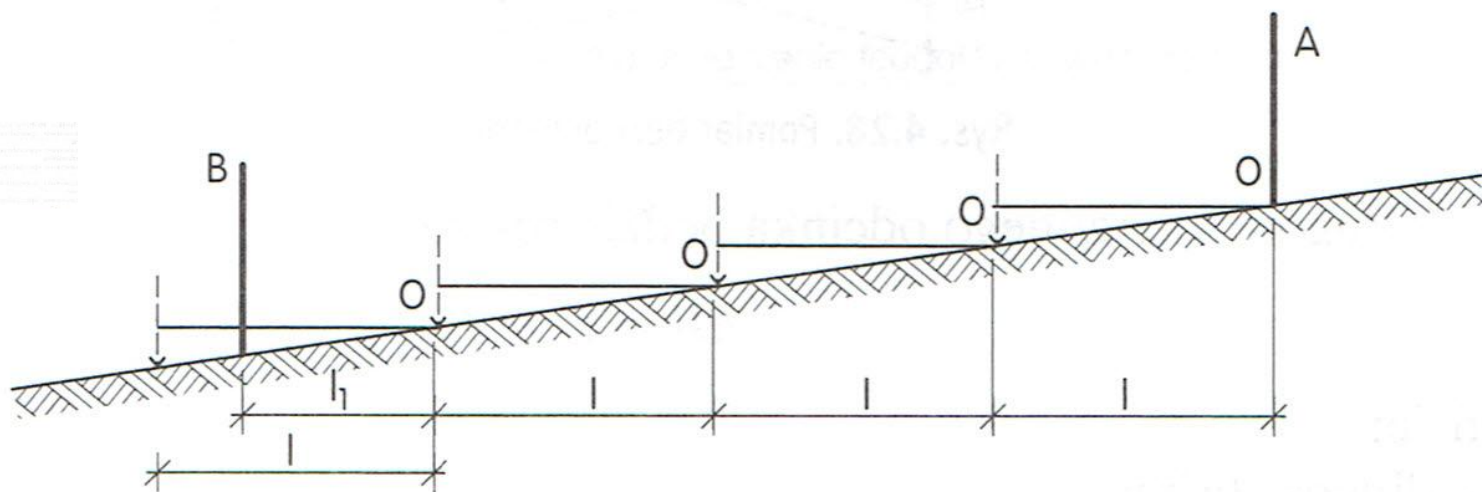


$$AB = \sqrt{BC^2 - AC^2} = \sqrt{50^2 - 40^2} = 30 \text{ m.}$$

Pomiar schodkowy wykonuje się w terenie nachylonym.



Poziomowanie taśmy mierniczej za pomocą pionu



Kolejne przyłożenia taśmy

Kolejne czynności w wykonywaniu pomiaru długości są następujące:

- 1) po przyłożeniu zera taśmy w punkcie początkowym mierzonego odcinka, rozwija się taśmę wzdłuż mierzonego odcinka.
- 2) zawieszając pion na końcu silnie naciągniętej taśmy doprowadza się ją do poziomu przez znalezienie najbardziej wysuniętego położenia przy zmianie kąta pochylenia taśmy.
- 3) w najdalszy punkt, w którym pion dotyka gruntu, wbija się szpilkę, zaznaczając nią koniec pierwszego przyłożenia taśmy.
- 4) identycznie postępuje się przy następnych przyłożeniach taśmy.

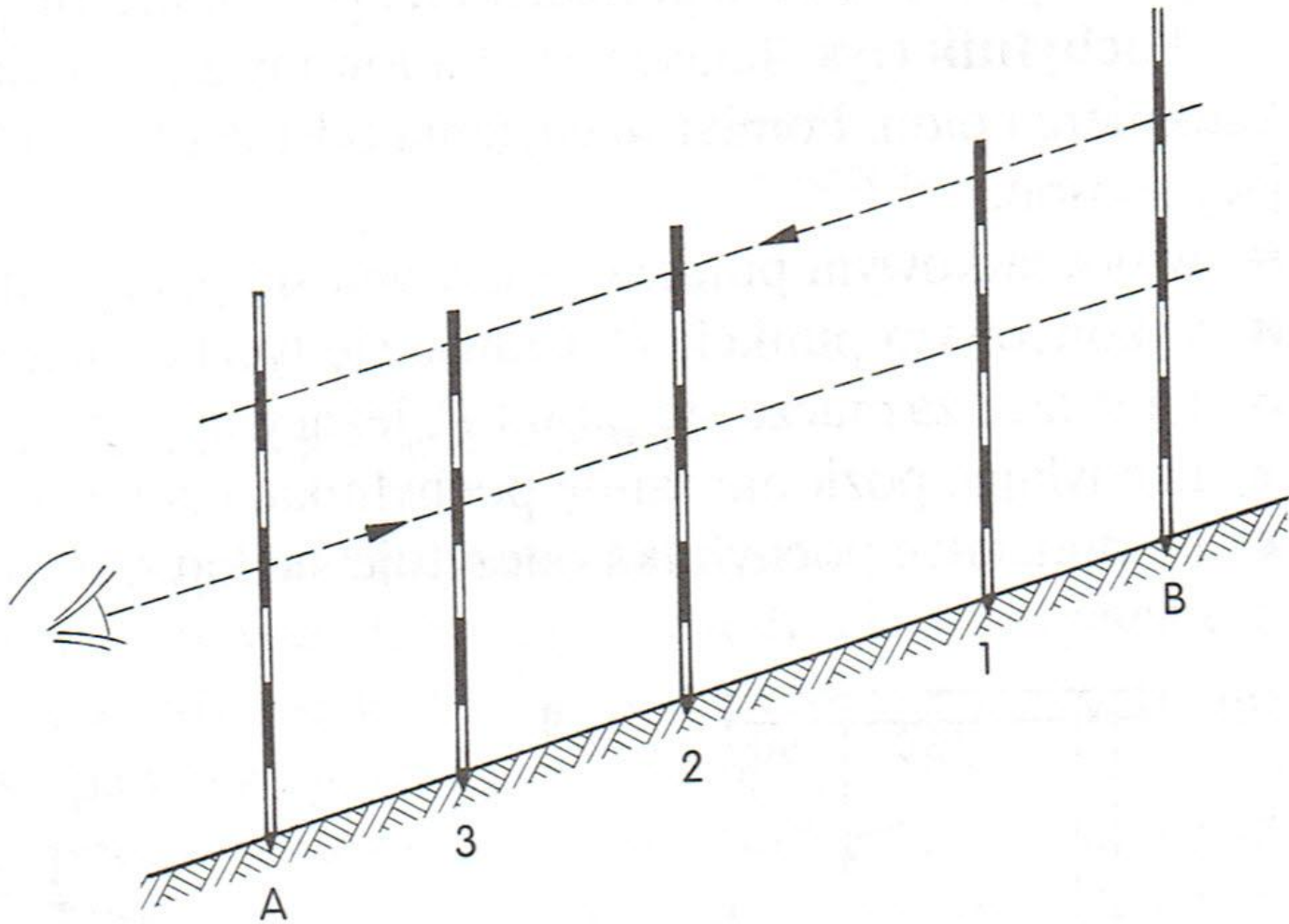
Tyczenie odcinka w terenie

Tyczenie odcinka wykonuje się:

- 1) w terenie, w którym widać z początku odcinka jego koniec – **metodą tyczenia na siebie**,
- 2) w terenie z przeszkodami – **metodą kolejnych przybliżeń**.

Tyczenie odcinka **metodą na siebie** polega na wyznaczaniu punktów pośrednich na prostej i ustabilizowaniu ich w sposób tymczasowy tyczkami mierniczymi.

Tyczenie wykonują dwie osoby.



Tyczenie metodą na siebie

Przebieg tyczenia odcinka:

- 1) tyczący ustawia się 3 do 5 m za tyczką A i obserwuje prostą AB,
- 2) pomocnik z tyczką idzie do punktu B,
- 3) pomocnik przechodzi kilkanaście metrów od punktu B w stronę tyczącego i – korzystając z jego wskazówek – ustawia tyczkę w punkcie 1, następnie w punkcie 2 itd.,
- 4) tyczący sygnalizuje kierunek przesunięcia tyczki.

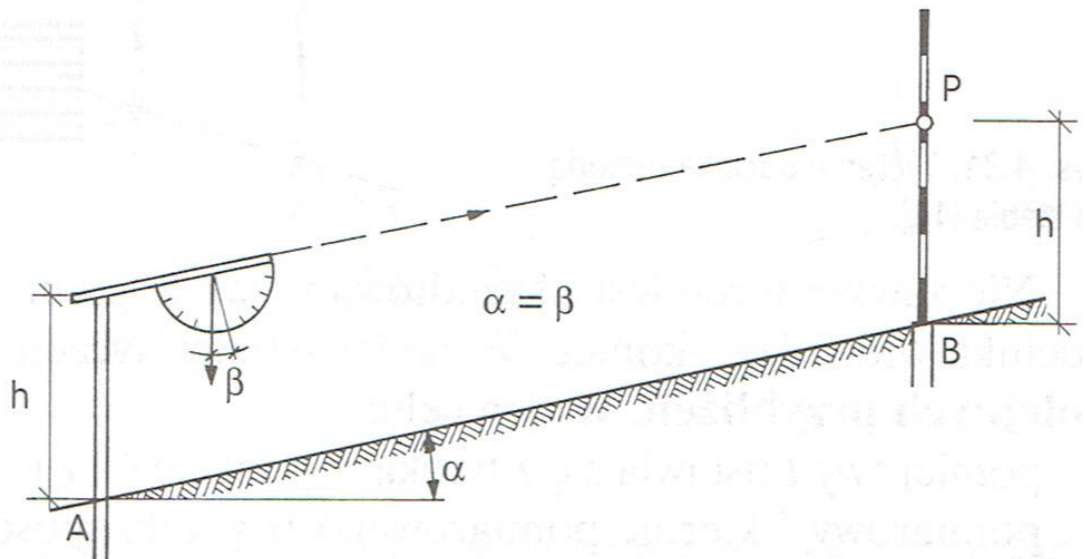
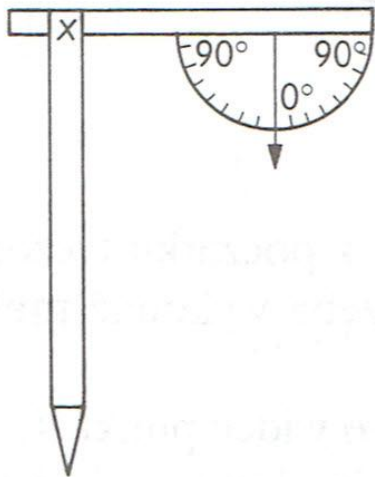
W czasie tyczenia najpierw wyznacza się punkty pośrednie dalsze, a później bliższe, dzięki temu nie zasłania się kolejnych tyczek.

Pomiar kąta nachylenia w terenie

Pomiar kąta nachylenia terenu wykonuje się za pomocą pochylnika lub za pomocą instrumentów wyposażonych w pionowe koło pomiarowe, np. tachimetru.

Pomiar nachylenia odcinka pochylnikiem wykonuje się następująco:

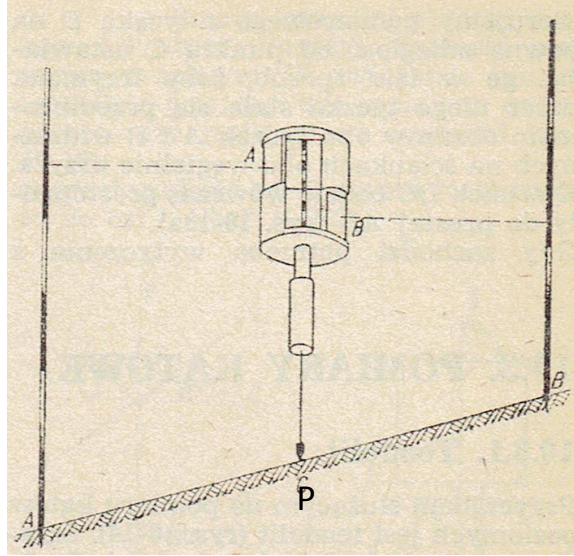
- w początkowym punkcie A ustawia się pochylnik,
- w końcowym punkcie B ustawia się tyczkę mierniczą,
- na tyczce zaznacza się punkt P , leżący na wysokości pochylnika,
- nachylając poziome ramię pochylnika, celuje się nim w punkt P ,
- na podziałce pochylnika odczytuje się kąt określony przez pion.



Wyznaczanie prostych prostopadłych

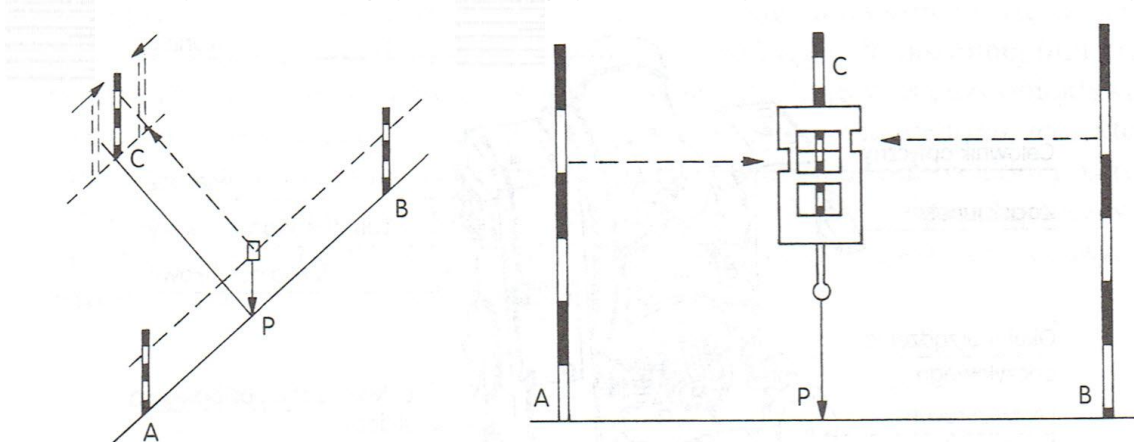
Aby wyznaczyć prostą prostopadłą do odcinka AB z punktu P leżącego na tej prostej należy w dowolnym jej miejscu:

- ustawić węgelnice tak, aby pion znajdował się nad punktem P ,
- jedno okienko węgelnicy skierować w stronę tyczki w punkcie A , a drugie okienko w stronę tyczki B ,
- w górnej węgelnicy obserwować obraz tyczki ustawionej w punkcie A , a równocześnie w dolnej – obraz tyczki B ,
- w chwili gdy oba obrazy „pokryją się”, węgelnica znajduje się dokładnie na prostej AB .



- aby wyznaczyć prostopadłą z punktu P, należy skierować pomiarowego z tyczką C do punktu, w którym tyczka ta stanie się przedłużeniem obrazów tyczek A i B.

Gdy obrazy wszystkich trzech tyczek A, B, C pokryją się, wówczas punkty P i C wyznaczą prostą prostopadłą do AB w punkcie P.

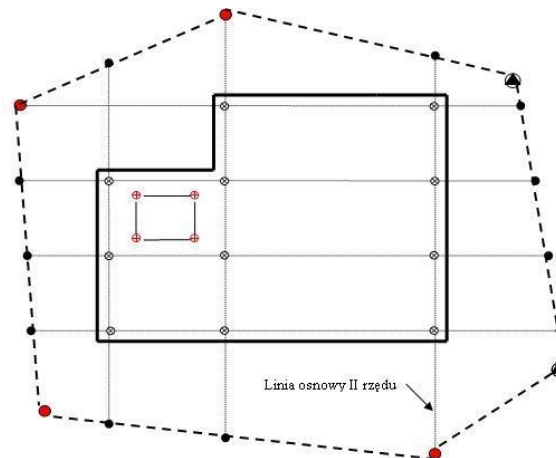


Pomiar szczegółów sytuacyjnych

A. Osnowa w terenie.

Jest to sieć punktów głównych zakładana w terenie podczas **pomiarów ogólnych**.

W sieci punktów głównych ustala się ich wzajemne położenie względem siebie i położenie na Ziemi.

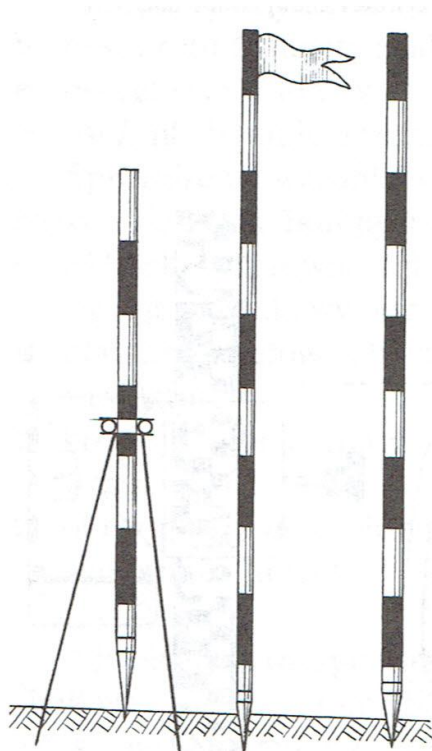


Do osnowy pomiarowej **się w dalszym etapie prac geodezyjnych pomiary szczegółowe.**

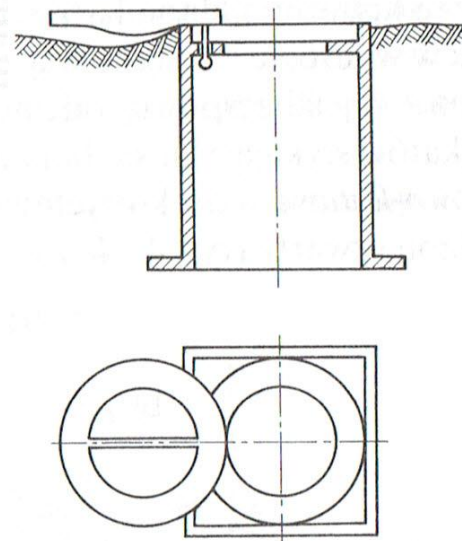
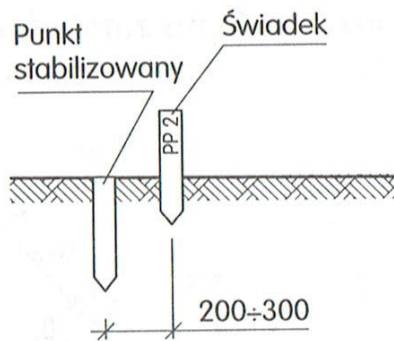
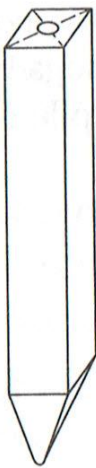
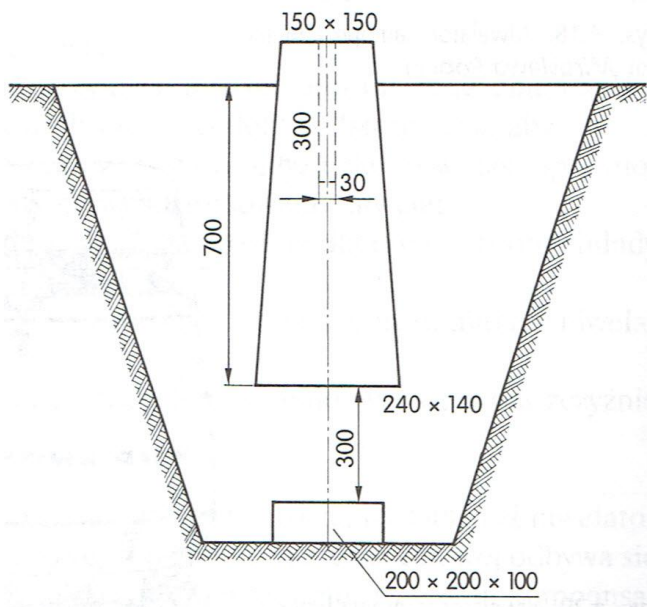
B. Stabilizacja punktów w terenie.

Służy do oznaczenia punktów określających ośnowę w terenie.

Oznaczenia chwilowe wykonuje się za pomocą tyczek mierniczych, które zdejmowane są po wykonaniu pomiaru.



Oznaczenia trwałe wykonuje się za pomocą betonowych słupków, palików ze świadkiem lub studzienki.



C. Pomiary szczegółowe w terenie

Pozwalają określić położenie szczegółów znajdujących się w terenie w stosunku do osnowy.

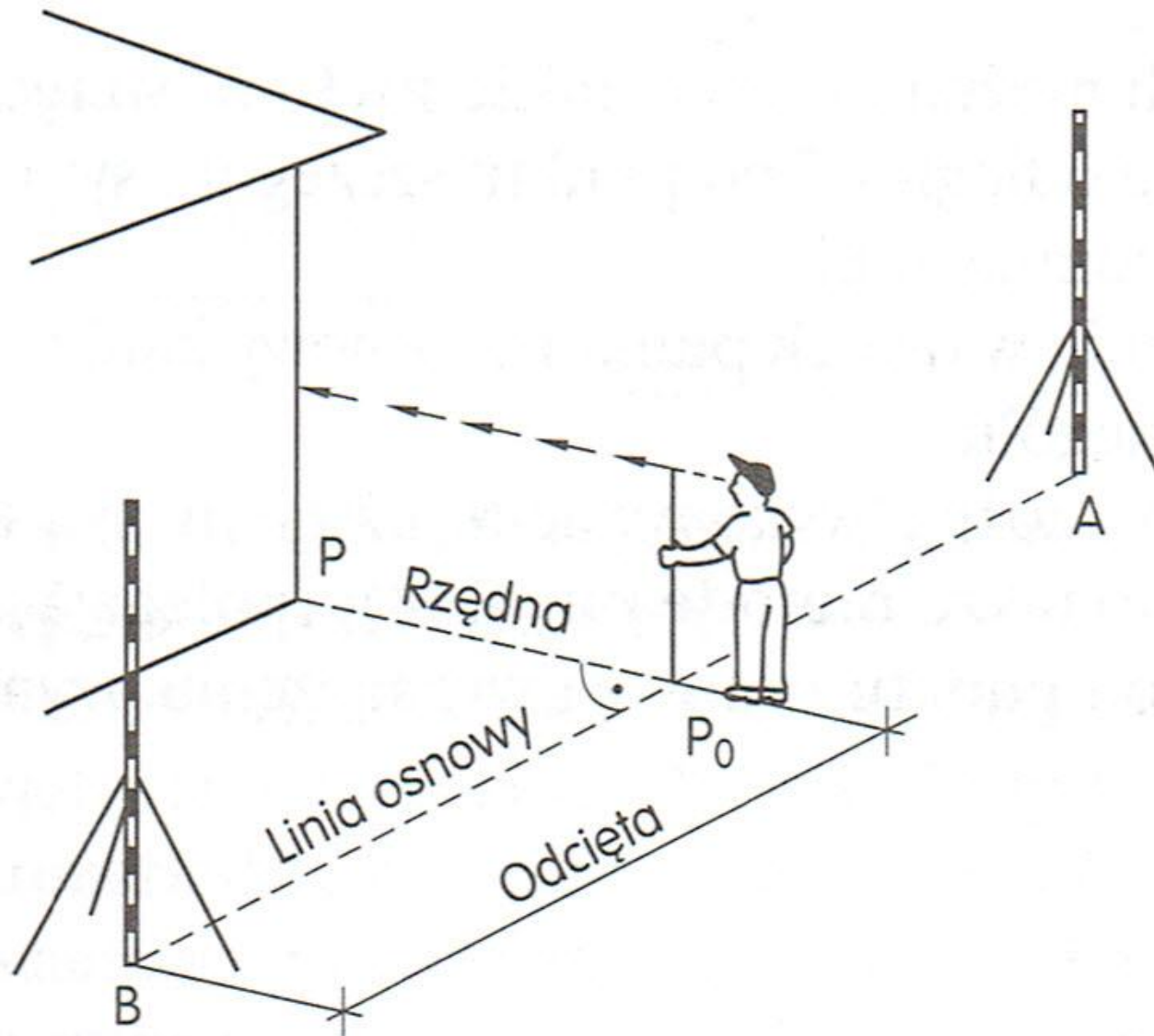
Najczęściej stosowana jest metoda współrzędnych prostokątnych.

Lokalizację punktu P w terenie określa się względem **linii osnowy** pomiarowej AB obranej możliwie blisko na podstawie istniejącej **osnowy** geodezyjnej (punktów A i B).

Za pomocą węgielnicy wytycza się prostą prostopadłą do linii osnowy geodezyjnej AB, przechodzącą przez punkt P.

Prosta ta przecina odcinek AB w punkcie P_0 , który jest rzutem punktu P na prostą AB.

Taśmą mierzy się długości odcinka BP_0 oraz P_0P , a te dwie odległości wystarczają do określenia położenia punktu P.



Pomiar punktu P metodą współrzędnych prostokątnych

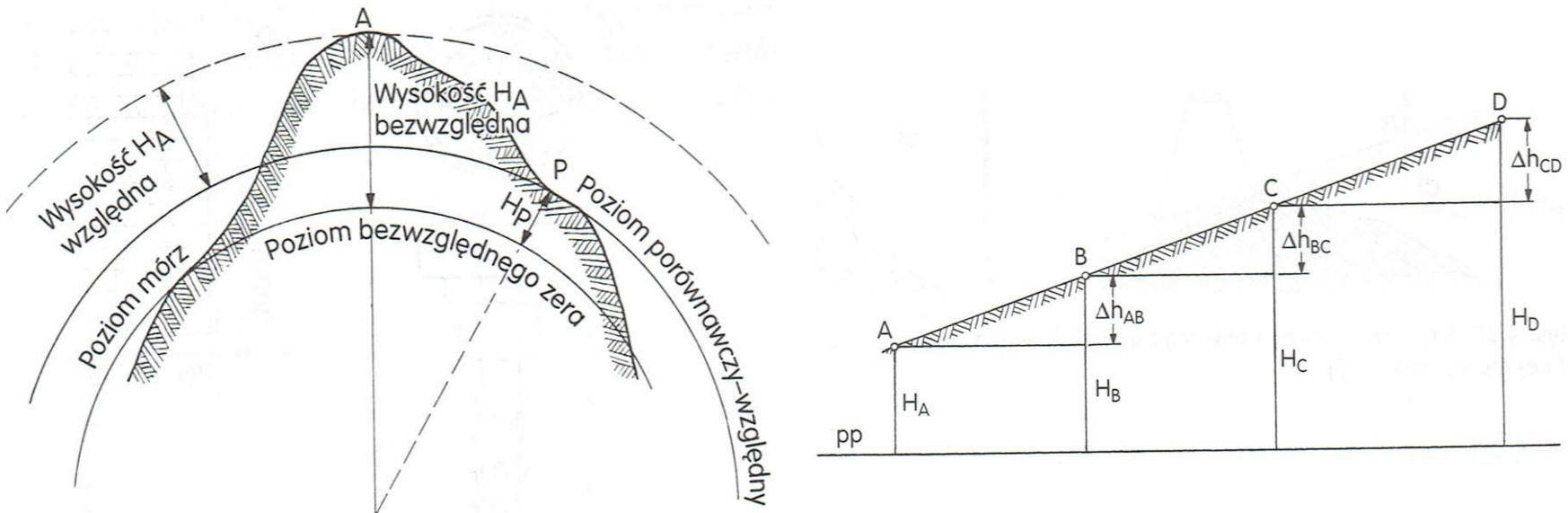
Pomiary wysokościowe

Pomiary wysokościowe służą do określania wysokości, czyli rzędnych H .

Wysokość punktu jest jego pionową odległością od:

- powierzchni bezwzględnego zera, czyli od powierzchni średniego poziomu morza (wysokość bezwzględna),
- dowolnego punktu w terenie przyjętego umownie jako poziom odniesienia (wysokość względna).

Jeżeli zna się rzędną (wysokość) jednego punktu w terenie, to – wiedząc, jaka jest różnica wysokości między pozostałymi punktami – można obliczyć kolejno ich rzędne.



Punkty o znanych rzędnych, ustalonych przez państwowe służby geodezyjne, to **repery niwelacyjne**. Sieć reperów niwelacyjnych pokrywa całą Polskę, tworząc geodezyjną osnowę wysokościową. Jako poziom odniesienia sieci reperów przyjęto średni poziom Morza Bałtyckiego w Zatoce Fińskiej, wyznaczony w Kronsztadzie koło Sankt Petersburga (Rosja). Rozróżnia się repery:

- ścienne – montowane na ścianach obiektów budowlanych,
- ziemne,
- skalne – wbetonowane w skały.

Sieć reperów w całym kraju – wraz z ich planami sytuacyjnymi – jest skatalogowana.

Pomiary wysokościowe można prowadzić metodą:

- niwelacji geometrycznej (za pomocą niwelatora), w której dokładność wyników to milimetry,
- niwelacji trygonometrycznej (za pomocą tachimetru), w której dokładność wyników wynosi do kilku centymetrów,
- niwelacji barometrycznej – dokładność pomiaru do 2 lub 3 m,
- niwelacji hydrostatycznej,
- niwelacji fotogrametrycznej.

Dwie pierwsze spośród wyżej wymienionych metod są najważniejsze.

Do pomiaru wysokościowego metodą niwelacji geometrycznej potrzebny jest niwelator i łaty niwelacyjne. Można zastosować metodę niwelacji ze środka lub niwelacji z końca, zwanej także niwelacją w przód. Niezależnie od metody pomiaru **płaszczyzna celowa niwelatora powinna przebiegać ok. 1,5 m nad terenem.**

Metoda niwelacji ze środka. Aby zmierzyć różnicę wysokości między punktami A i B , trzeba ustawić na nich łaty niwelacyjne i umieścić niwelator mniej więcej na środku odcinka AB . Potem należy kolejno:

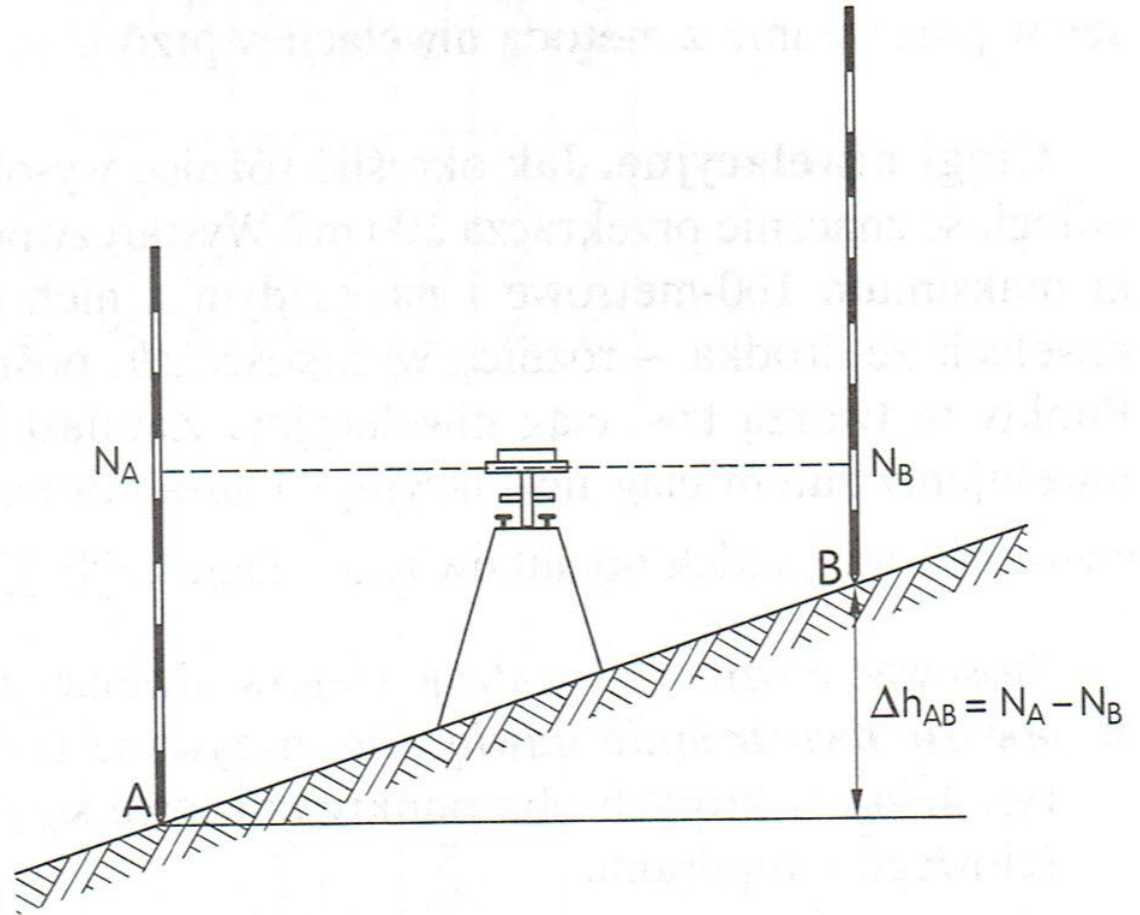
- wycelować lunetą niwelatora w łąkę A i wykonać odczyt N_A , nazywany **odczytem wstecz**,
- wycelować w łąkę B i wykonać odczyt N_B , czyli **odczyt w przód**.

Odczyty N_A i N_B to wysokość płaszczyzny celowej nad punktami A i B . Różnica wysokości tych punktów jest równa różnicy odczytów na obu łatach:

$$\Delta h_{AB} = N_A - N_B$$

Może to być wartość dodatnia (gdy teren się wznosi) lub ujemna (gdy teren opada).

W metodzie niwelacji ze środka odległość między kolejnymi stanowiskami niwelatora może wynosić do 100 m, tzn. odległość od niwelatora do łąty – **maksimum 50 m**. Gdy odległości te są większe, należałoby uwzględnić wpływ zakrzywienia kuli ziemskiej.

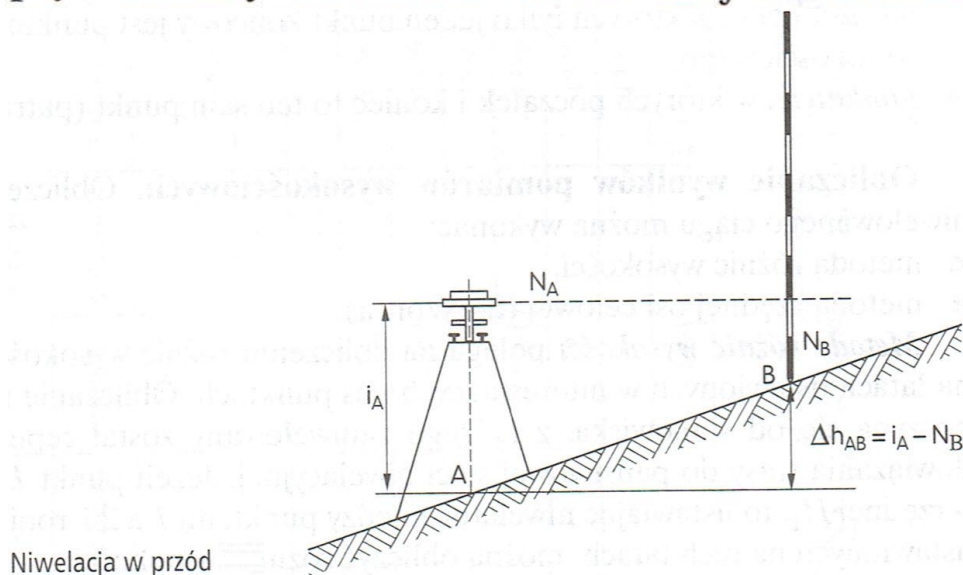


Niwelacja ze środka

Niwelacja w przód. W tej metodzie pomiaru niwelator trzeba ustawić nad punktem A , stanowiącym jeden z końców niwelowanego odcinka. Dokładność ustawienia niwelatora sprawdza się pionem. Pomiar należy rozpocząć od zmierzenia i_A , czyli wysokości poziomej płaszczyzny celowej instrumentu, zwanej wysokością instrumentu. Potem trzeba ustawić łąkę niwelacyjną w punkcie B , wycelować w nią lunetą niwelatora i wykonać odczyt N_B . Różnica wysokości punktów A i B jest równa różnicy wysokości instrumentu i_A i odczytu N_B :

$$\Delta h_{AB} = i_A - N_B$$

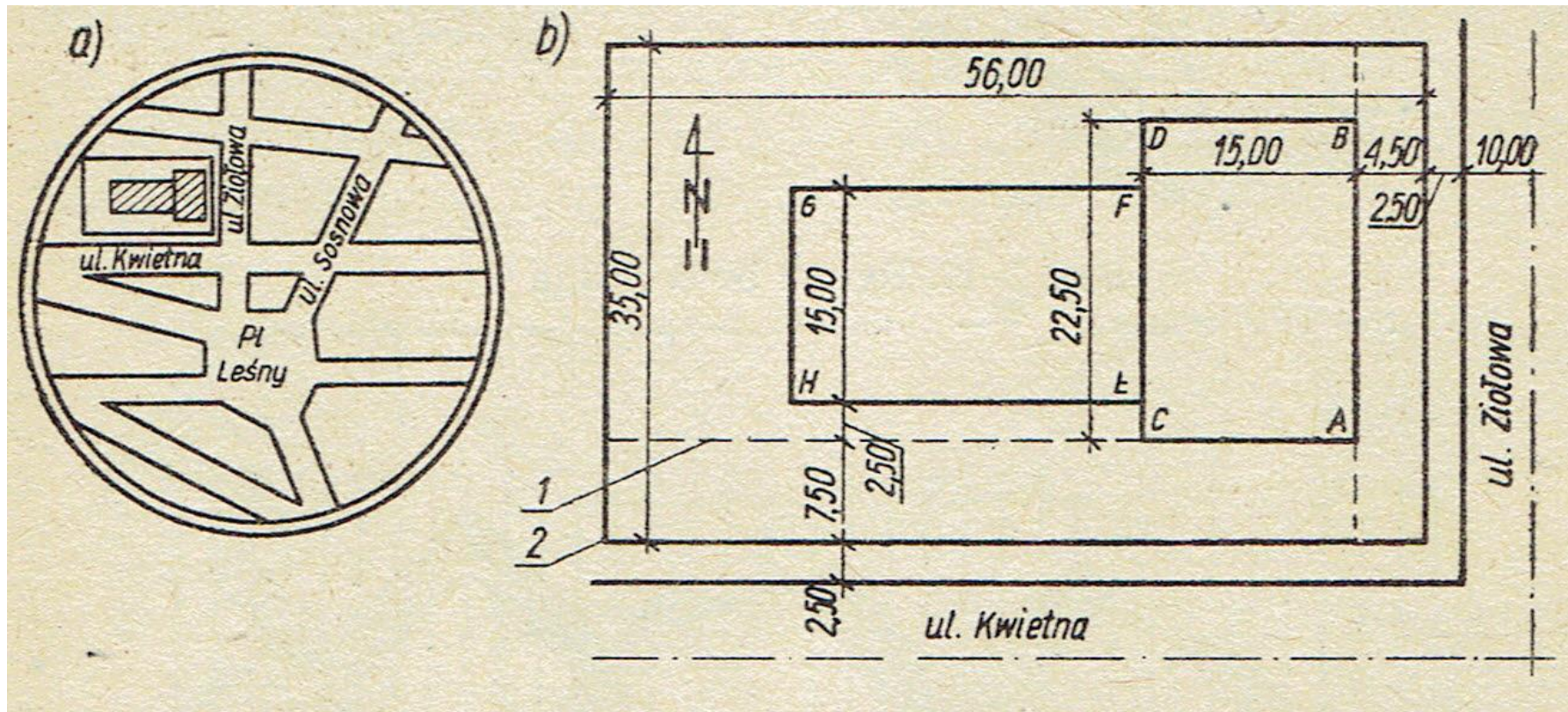
Wykonując pomiary niwelacyjne metodą *w przód*, należy ograniczyć odległość między niwelowanymi punktami do **maksimum 50 m**, ponieważ tylko wtedy można pominąć wpływ zakrzywienia kuli ziemskiej na dokładność pomiaru.



Tyczenie budynków

Tyczenie budynku w terenie odbywa się na podstawie **planu sytuacyjno-wysokościowego**. Jest on zawsze załączony do projektu architektoniczno-budowlanego razem z **planem orientacyjnym** (rys. 3-51). Ten ostatni jest wykonywany w skali 1 : 10 000 lub 1 : 5000 i ma na celu zorientowanie w położeniu działki budowlanej i charakterystycznych linii zabudowy i regulacyjnych.

Plan sytuacyjny ustala dokładne położenie projektowanego budynku w stosunku do linii regulacyjnych i linii zabudowy oraz położenie i rzędne punktu wysokościowego — reperu, do którego należy dowieźć zerowy poziom budynku, tj. na ogół w budynkach poziom podłogi parteru. Na przekroju pionowym mamy oznaczone poziomy wszystkich kondygnacji w nawiązaniu do poziomu zerowego i podane rzędne poziomu zerowego w stosunku do poziomu rejonu.



Plan orientacyjny (a), sytuacyjno-wysokościowy budynku (b)
 1 — linia zabudowy, 2 — linia regulacyjna

Do wyznaczania budynku potrzebny jest również rzut przyziemia budynku. Z przyrządów pomiarowych potrzebne będą: taśma stalowa z pionem do pomiarów odcinków w poziomie lub w terenie pochyłym, łąta z poziomnicą, tyczki miernicze oraz węgielnica do tyczenia kątów prostych.

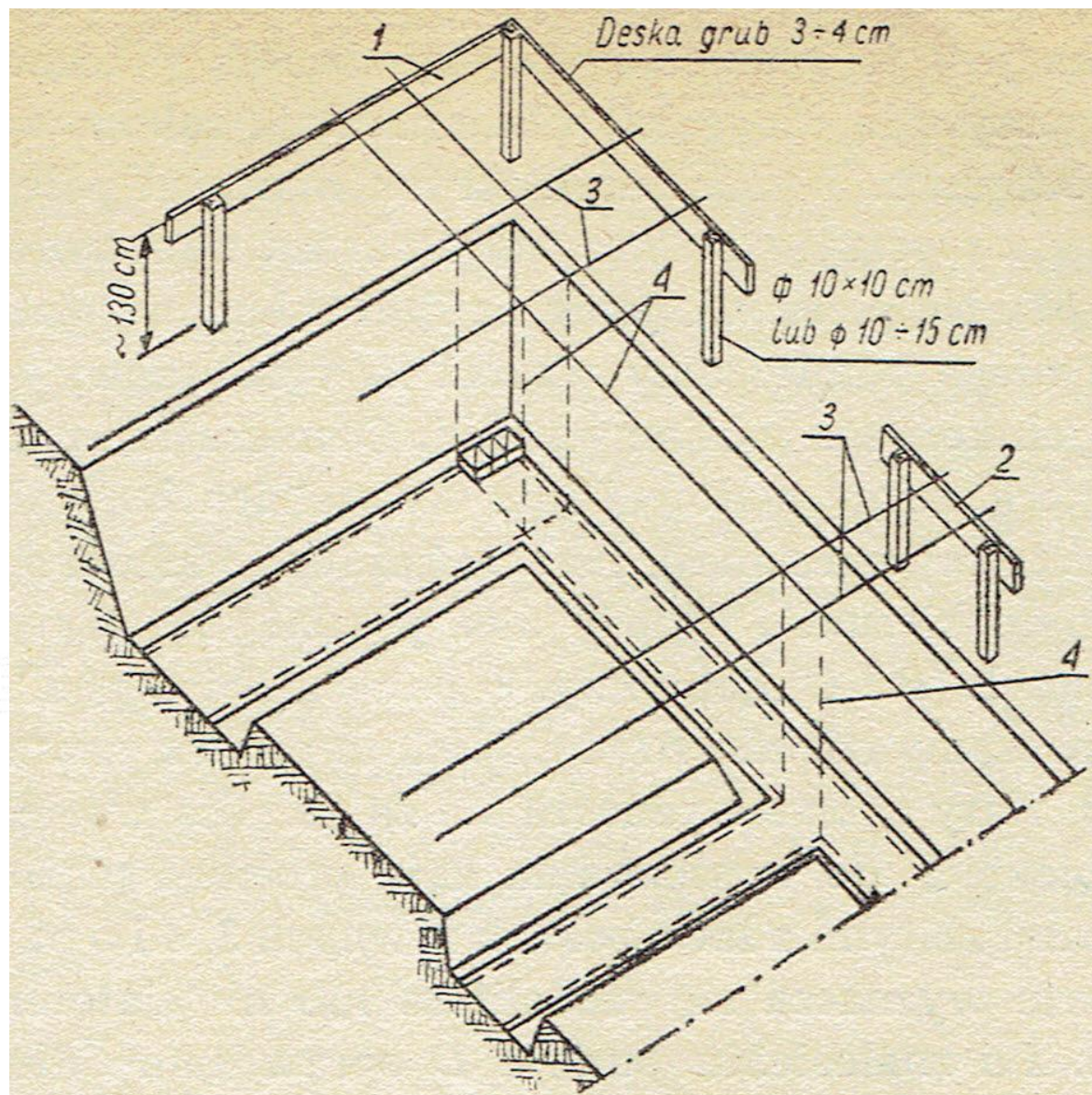
Linia

regulacyjna jest to granica pomiędzy działką przeznaczoną pod budowę a przyległą drogą lub placem. **Linia zabudowy** jest linią frontową budynku. Wyznaczanie zarysu budynku polega na wbiciu palików wytyczających wszystkie naroża wznoszonego budynku (rys. 3-51). Najpierw wbijamy na linii zabudowy palik w punkcie A. Od niego odmierzamy wzdłuż linii zabudowy odcinki AB i AC i na ich końcach wbijamy paliki. Odmierzanie przeprowadza się za pomocą taśmy stalowej (dla niewielkich budynków można też używać taśmy parcianej). Pomiar każdego odcinka sprawdzamy w odwrotnym kierunku i kiedy dwa pomiary zgadzają się, paliki na ich końcach (B i C) dobijamy. Z punktu B i C pod kątem prostym wyznaczamy odcinki BD i CD, które powinny zamknąć się w punkcie D. Kąty proste wyznacza się za pomocą węgielnicy.

Po wyznaczeniu palikami w terenie wszystkich charakterystycznych punktów położenie ich w terenie utrwalamy za pomocą **ław drutowych**. Są to poziome deski, przybite do słupków wbitych w ziemię sztywnego ogrodzenia lub ściany sąsiedniego budynku, o ile znajduje się taki w bezpośrednim sąsiedztwie.

Ławy zabija się w odległości 50 cm od krawędzi przyszłego wykopu, jeśli wykop ma mieć skarpy, lub w odległości 1,30 m od wykopu o ścianach pionowych. Ławy stawia się we wszystkich narożach budynku oraz do wyznaczenia ścian wewnętrznych lub zewnętrznych skrzydeł budynku przy odpowiednich palikach pośrednich. Ławy narożne są załamane w planie, ławy pośrednie są proste.

Na ławach rozpina się druty wyznaczające osie (lub lica) ścian. Skrzyżowania drutów powinny wypaść nad palikami wbitymi w grunt, co sprawdzamy za pomocą pionu murarskiego opuszczonego z punktu skrzyżowania. Miejsca, do których druty są umocowane do deski poziomej ławy, oznacza się przez nacięcie lub wbicie gwoździ.



Ławy drutowe

1 — narożna, 2 — pośrednia, 3 — druty, 4 — piony