



139 5401

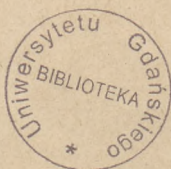
Dr. WACŁAW JEZIERSKI
inż. STANISŁAW KLUŻNIAK,
DOCENT GEODEZJI.

CWICZENIA MIERNICZE I KARTOGRAFICZNE W SZKOŁACH OGÓLNOKSZTAŁCĄCYCH.



BIBLIOTEKA
WYŻSZEJ SZKOŁY PEDAGOGICZNEJ
W GDAŃSKU 1263

NAKŁADEM S. i W. KLUŻNIAKÓW. WARSZAWA — 1928.



956591



Biblioteka
Uniwersytetu Gdańskiego



1100992220

4692

PRZEDMOWA.

Miernictwo w programach szkół ogólnokształcących.

I. W szkole *powszechnej* w oddziale VII nauczyciel, uwzględniając warunki miejscowe, wybiera w nauczaniu geometrii bądź to program „B” (elementy geometrii wykreślnej), bądź też program „A”, zawierający w dziale *mierniczym* następujące punkty:

A. Pojęcie o pomiarze na gruncie:

1. Określenie powierzchni parceli według planu i skali:

a) bezpośrednio na gotowym planie;

b) na planie, przerysowanym w skali odmiennej niż oryginał.

c) obliczanie wielkości pola parceli sposobem graficznym. Proste wypadki zamiany wielokąta na trójkąt równoważny.

2. Pojęcie o rzutach cechowanych i warstwicach.

a) sporządzanie profilów według mapy hipsometrycznej;

b) sporządzanie modelu plastycznego według mapy hipsometrycznej.

3. Sporządzenie planu sytuacyjnego [budynku i obejścia szkolnego przy użyciu najprostszych przyrządów.

II. W *seminariach nauczycielskich* przykład szczegółowego rozwinięcia programu wymienia następujące zagadnienia miernicze: tyczenie prostej (ustawienie tyczek „w linji”), wytyczanie prostej przez dwa punkty między dwiema tyczkami w przypadku, gdy nie można stanąć za tyczką (metoda kolejnych przybliżeń), pomiar długości danego odcinka w terenie, odcinanie danej

długości, wyznaczanie punktu przecięcia dwóch prostych, zastosowanie symetrii osiowej do rozwiązywania zagadnień konstrukcyjnych w terenie (z użyciem sznura), konstrukcję równoległej w terenie zapomocą rombu i zapomocą prostopadłych, konstrukcje w terenie z zastosowaniem przekształcenia symetrycznego względem środka, np. wyznaczanie odległości dwóch punktów, między którymi jest przeszkoda, zastosowanie symetrii środkowej do rozwiązywania zagadnień z punktami niedostępnymi (w terenie), najprostsza metoda zdjęcia planu parceli — zastosowanie układu współrzędnych prostokątnych, a mianowicie: zdjęcie planu metodą domiarów (rzutowanie szczegółów na oś lub na boki trójkąta albo prostokąta), sporządzanie planu prostej parceli, obliczanie powierzchni. Poza tem — według programu seminarjów — jest rzeczą pożądaną, jakkolwiek nieobowiązuącą, aby wychowawcy tych szkół poznali jedną z dwóch metod zdjęcia — bądź to ciągiem poligonalnym (z użyciem gonjometru bębnowego), bądź też przy pomocy stolika; zastosowanie obu metod w kartografji.

III. W szkole średniej w roku 1925 Ministerstwo W. R. i O. P. wprowadziło do nauki geografji w klasie III elementy miernictwa i kartografji według następującego programu:

Przykład rozwinięcia programu ćwiczeń mierniczych i kartograficznych na wycieczkach i w szkole w klasie III.

Oznaczenie punktów na gruncie (palikowanie). Tyczenie prostych. Pomiar odcinków prostych na płaszczyźnie krokami, pomiar przy pomocy podometru (krokomierza), pomiar taśmą mierniczą.

Gnomon. Linja południkowa. Busola. Azymut. Pomiar kątów w płaszczyźnie poziomej przy pomocy busoli z przeziernicami. Podziałka. Wykreślenie planu sytuacyjnego określonego niewielkiego obszaru płaskiego. Orientowanie planu. Pomiar przy pomocy busoli odległości punktu trudno dostępnego lub niedostępnego (za rzeką, nie mającą mostu, na sadzawce, moczarze, na gmachu w znacznej odległości i t. p.), lub odległości rzutu punktu, znajdującego się na pochyłości.

W razie możności — stolik mierniczy; ustawienie stolika. Wykreślanie kątów, leżących w płaszczyźnie poziomej przy pomocy stolika. Zdejmowanie na nim planu sytuacyjnego z określonego niewielkiego obszaru. Orientowanie planu. Zdjęcie pla-

nu tegoż obszaru w dwu grupach młodzieży przy pomocy busoli i stolika.

Pomiar przy pomocy busoli i konstrukcji geometrycznej odległości między punktami niedostępnymi (wieżami, kominami i t. p., znajdującymi się za rzeką).

Pomiar (przy pomocy klinometru i konstrukcji trójkąta) wysokości dostępnego punktu (drzewa, wieży) nad poziomem obserwatora, pomiar takież wysokości punktu niedostępnego na płaszczyźnie i na pochyłości. W razie możliwości — pomiar konstrukcyjny wysokości przy pomocy stolika i alidady niwelacyjnej. Pomiar ciśnienia powietrza przy pomocy aneroidu u podstawy wysokiego gmachu i na szczycie; zastosowanie aneroidu do pomiaru wysokości. Wykreślanie izohips na planie cechowanym zapomocą interpolacji. Mapa topograficzna najbliższej okolicy; orjentowanie mapy; rozejrzenie się w niej przy oglądaniu odpowiadającej mapie rzeczywistości. Znaki konwencjonalne. Przechadzka z mapą topograficzną w rękę, Sprawdzenie przy pomocy pomiaru kilku jej szczegółów. Pomiar odległości punktów na mapie topograficznej najbliższej okolicy. Sporządzanie reljefów z płytek kartonowych; podziałka pozioma i pionowa. Wykreślenie profilu z mapy. Modelowanie w piasku.

Wprowadzenie elementów miernictwa do programów szkolnych nie jest bynajmniej nowością: początki „rozmiaru” dawano już w szkołach parafjalnych za czasów Prześwietnej Komisji Edukacji Narodowej; traktowano również miernictwo w szkołach wydziałowych i podwydziałowych tejże Komisji, przyczem wiekopomne „Ustawy” jej mówią wyraźnie, że nauczyciel powinien „dla ćwiczenia w praktyce geometrii wyprowadzać uczniów w czasach rekreacyj na pola i inne miejsca dla wykonania rozmiarów. Ukaże im na zmysły używanie narzędzi matematycznych i podawać będzie naukę rysowania mierniczego”.

Podobnie „miernictwo i niwelacja” były przedmiotem nauczania w kl. IV i V gimnazjów według programu margrabiego Wielopolskiego.

Przyrządy, opisane w niniejszym podręczniku, należą do kompletu narzędzi szkolnych, obmyślonego do użytku w szkołach przez Wacława Jezierskiego. Narzędzia te wyrabia firma „Nasz Sklep — Uranja”.

Dyrekcji firmy „Nasz Sklep — Uranja” oraz p. profesorowi P. Ordyńskiemu składamy podziękowanie za łaskawe użyczenie poszczególnych klisz.

W. Jezierski, S. Kluźniak.

S P I S R Z E C Z Y.

	Str
Oznaczanie punktów w terenie	1
Tyczenie prostych	3
Tyczenie na przedłużeniu	5
Tyczenie ze środka	5
Wyznaczenie punktu przecięcia się dwu prostych	6
Pomiar długości	7
Ustalenie długości kroku	8
Krokomierz	9
Taśma	12
Pomiar długości taśmą stalową lub płócienną	15
Pion	19
Dwukrotne pomiary długości	19
Pomiar schodkami	20
Zagadnienia na pomiar i tyczenie prostych	21
Opis przyrządów	24
Węgielnica	26
Ustawienie węgielnicy	28
Tyczenie prostopadłej do danej prostej	29
Tyczenie prostej przez przeszkodę	30
Pomiar odległości między punktami, oddzielonemi przeszkodą	30
Węgielnice bębnekowe	31
Linja południkowa Gnomon	33
Stolik mierniczy	34
Pomiar linjowy i sporządzanie szkicu	36
Skala i podziałka	37
Wykreślenie sieci trójkątów	38
Pomiar metodą rzutowania	40
Orjentowanie planu	41
Azymut geograficzny i magnetyczny	42
Busole	43
Busola z przeziernikami	45
Użycie busoli	47

VIII

	Str.
Wykreślanie kierunków o znanych azymutach	48
Wykreślenie prostej przez punkt, gdy jest dany azymut	49
Określenie niedostępnej odległości	50
Pomiar busolowy	52
Wykreślenie planu sytuacyjnego	53
Stolik mierniczy	55
Kąt poziomy	57
Sprawdzenie i przygotowanie stolika do pomiaru	58
Pomiar kąta poziomego na stoliku	58
Wyznaczenie odległości zapomocą stolika	60
Zdejmowanie planu na stoliku	61
Pomiar odległości między niedostępnymi punktami	65
Określenie niedostępnej odległości zapomocą busoli	66
Kątomierz	67
Określenie wysokości zapomocą cienia	72
Klinometr	73
Ustawienie klinometru	74
Teoria użycia przyrządu	75
Zastosowanie klinometru	76
Określenie wysokości niedostępnego przedmiotu	79
Określenie szerokości geograficznej	80
Plan wysokościowy	82
Wykreślenie planu wysokościowego	85
Warstwice	87
Wykreślanie warstwic	91
Plan warstwicowy	94
Wykreślanie profilu	95
Niwelacja	97
Aneroid	101
Pomiar wysokości zapomocą aneroidu	102
Organizacja ćwiczeń	108

Lekcja I-a i II-a.

I. P r z y r z ą d y: kilka palików o długości 30 *cm.*, zaostrzonych u dołu, 6 lub 8 tyczek, długości 3 *m.*, o średnicy około 3 *cm.*, zaostrzonych u dołu i zaopatrzonych u góry w chorągiewki.

Oznaczenie punktów na gruncie i tyczenie prostych.

Cel oznaczenia punktów w terenie.

Aby zmierzyć odcinek prostej, należy znać położenie końców tego odcinka. Tak np., przy pomiarze odległości między dwoma drzewami mierzyć będziemy długość prostej, której końcowe punkty są wyznaczone w terenie przez te drzewa. Gdy jednak należy zmierzyć odległość, np., między dwoma pagórkami, wówczas początek i koniec mierzonego odcinka należy umyślnie oznaczyć. W tym celu wbijamy w ziemię paliki, wycinamy siekierą w dani krzyże lub t. p. Gdybyśmy bowiem nie ustalili w ten sposób początku i końca mierzonej prostej, to przy sprawdzaniu dokonanego pomiaru moglibyśmy wziąć za początek i koniec nieco inaczej położone punkty i wynik pomiaru byłby inny. Podobnie dla określenia wielkości kąta między dwoma promieniami, należy te promienie dokładnie oznaczyć w terenie; a więc należy przedewszystkiem oznaczyć położenie wierzchołka kąta, a następnie każdy z promieni; wystarczy zatem, gdy na każdym z nich ustawimy pionowo po jednej tyczce, przy wierzchołku zaś zmierzzonego kąta wbijemy palik.

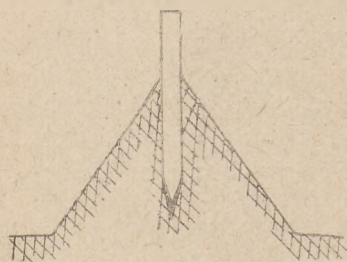
W życiu praktycznem przy pomiarach stosowane są najbardziej różnorodne punkty; tak, np. narożnikami wsi, majątków

ziemskich są znane powszechnie kopce (rys. 1) graniczne, półkolisty, wydłużone lub stożkowe, z wbitemi w nie często palami



Rys. 1.

(rys. 2). Przy wyznaczaniu państwowej granicy Polski z Rosją ustawiono na załamaniach wielkie słupy z godłem państwowym (rys. 3).

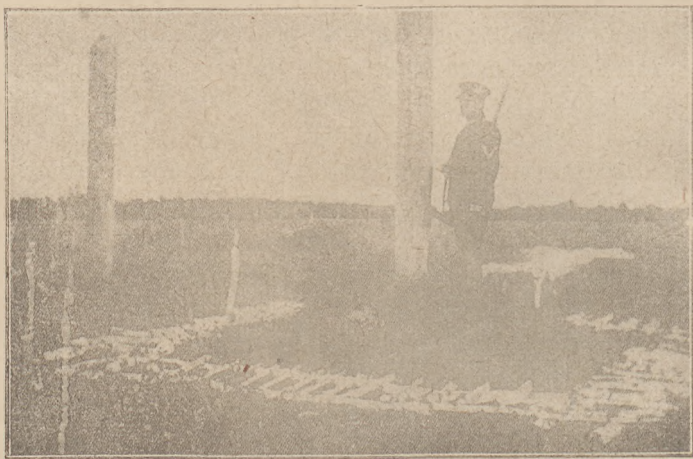


Rys. 2.

Przy pomiarach, które są wykonywane w celu sporządzenia ścisłych planów lub map wielkich przestrzeni, buduje się t. zw. punkty triangulacyjne w postaci większych lub mniejszych wież drewnianych, zwanych piramidami (rys. 4 i 5).

Punkty takie powinny być widoczne z wielkich odległości; tem się tłumaczy ich wysokość.

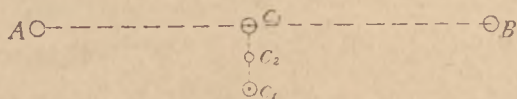
Oczywiście, punkty, oznaczone zapomocą palików, nie będą z oddali widoczne. Aby je uwidocznić ustawiały tyczki (rys. 6),



Rys. 3.

wbijając je tuż przy samym paliku na linji, która ma być mierzona. Tyczki takie są często okute u dołu, pomalowane w pasy bia-

się w lewo od naszej prostej, wówczas dalibyśmy sygnał chusteczką w prawo.

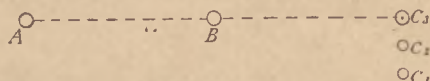


Rys. 7.

Na rys. 7-ym mamy skrajne tyczki A i B , znaczone kółkami. Tyczkę środkową przesuwamy, stojąc za B i patrząc ku A , w prawo od położenia C_1 aż do położenia C_3 na prostej AB .

Tyczenie na przedłużeniu.

Ustawiamy tyczki na końcach A i B danego odcinka. Należy oznaczyć punkt, leżący na przedłużeniu odcinka AB . W tym celu posuwamy się w tym kierunku i ustawiamy się, np., w punkcie C_1 . Patrząc z tego punktu na tyczki A i B , widzimy, że na-



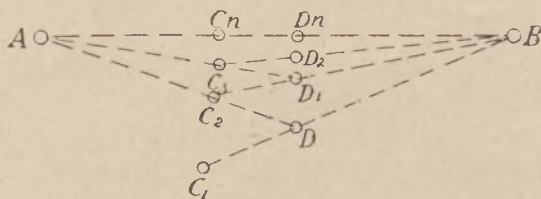
Rys. 8.

leży posunąć się w prawo. Posuwamy się zatem dopóty, dopóki nie znajdziemy się w takim punkcie C_3 , że przy patrzeniu stamtąd tyczka B zasłoni tyczkę A . Wbijemy wówczas naszą tyczkę pionowo. Odsunąwszy się o kilka kroków od ABC_3 , sprawdzimy, czy tyczkę C_3 ustawiliśmy prawidłowo. Będzie to miało miejsce, jeżeli tyczka C_3 zasłoni nam tyczki A i B , skoro znajdziemy się na przedłużeniu $B.C_3$. W przeciwnym wypadku — zobaczymy, o ile i w jakim kierunku należy przesunąć tyczkę C_3 .

II. Tyczenie ze środka.

Tyczenie ze środka polega na odnalezieniu punktu na prostej bez ustawiania się na końcu, lub na przedłużeniu prostej; jest możliwe jedynie przy jednoczesnem ustawianiu dwu pomocniczych tyczek. Stojąc między punktami: A i B w C_1 , ustawiamy pomocniczą tyczkę na prostej $C_1 B$ w punkcie D zapomocą tyczenia wprzód. Uczeń w D kieruje tyczkę C_1 na prostą AD ;

zgodnie z jego wskazówkami przesuwamy się z punktu C_1 aż do C_2 na prostej AD . Stojąc w C_2 , kierujemy ucznia, aż ustawi się na prostej BC_2 w punkcie D_1 ; znów według wskazówek ucznia



Rys. 9.

w D_1 przesuwamy się z C_2 do C_3 na prostej AD_1 , poczem przesuwamy tyczkę D_1 na prostą BC_3 do punktu D_2 i t. d., aż wreszcie, patrząc na tyczkę D_n , ujrzymy, że zasłania punkt B , nasza zaś tyczka C_n zasłoni uczniowi tyczkę A ; obydwie punkty C_n i D_n leżą wówczas na AB .

Wyznaczenie punktu przecięcia się dwu prostych.

Często zachodzi potrzeba wyznaczenia w terenie punktu przecięcia się dwu prostych, z których każda jest dana przez koniec i początek. Przypuśćmy, że mamy określić przecięcie się prostych AB i CD . Na prostej AB ustawiamy pomocniczą tyczkę E zapomocą tyczzenia wprzód. Przesuwamy się z 5-tą tyczką na przedłużeniu prostej EB ku punktowi A , według wskazań (sygnałów ręką) ucznia, ustawionego za tyczką C . Gdy, przesuwając tak stale po prostej BEA 5-tą tyczkę, zasłonimy nią uczniowi w C tyczkę D , wówczas ten opuszczaniem i podniesieniem ręki powinien wskazać, że stoimy na przecięciu się prostych; w tym więc punkcie wbijamy tyczkę F .

Wskazówki metodyczne.

Przy większej grupie uczniów (20 — 30) należy wybrać 4 zdolniejszych, przerobić z nimi każde ćwiczenie, rozbić klasę na 4 grupy, dać każdej kierownika grupy i sprawdzać prawidłowość.

wość postępowania. Przy tyczeniu wprzód dobrze jest zamiast tyczek ustawiać w linii uczniów, zaczynając od końcowej tyczki, i stopniowo coraz bliżej wprowadzać w linię nowych uczniów. W taki sposób łatwo będzie wytknąć nawet kilkusetmetrowe proste. Podobnie można rozstawiać uczniów na przedłużeniu prostej.

Tyczenie ze środka również można wykonać bez użycia tyczek, gdy chodzi o szybkie wdrożenie uczniów do ćwiczenia; wówczas tworzymy grupy po 4-ch uczniów. W każdej grupie dwu skrajnych uczniów będzie stać na miejscu, dwu środkowych — przesuwać się do czasu, gdy znajdą się na linii, łączącej skrajnych.

Jeżeli po ustawieniu tyczek mamy zamiar oznaczyć otrzymane punkty w terenie, wówczas w otwory po tyczkach wbijamy toporkiem paliki.

Ćwiczenia na tyczenie w razie deszczu można wykonywać nawet na korytarzach szkolnych, zamiast na placu.

Lekcja III-a i IV-a.

III. Przyrządy: taśma, lub tasiemka stalowa, względnie płócienna, krokomierz, tyczki, paliki, toporek.

Pomiar długości.

Jednostką miary długości jest metr, który miał się równać dziesięciomiljonowej części łuku południka między równikiem a biegunem ziemskim.

Ponieważ z biegiem czasu, w miarę użycia dokładniejszych narzędzi i metod, długość południka jest określana coraz dokładniej, zatem i długość metra, jako równego jednej dziesięciomiljonowej części łuku południka, byłaby określona coraz dokładniej, a więc ulegałaby zmianom. Ażeby więc jednostki długości nie zmieniać, przyjęto ostatecznie jako metr długość specjalnie przygotowanej około 100 lat temu sztaby metalowej. Sztaba ta jest przechowywana w Paryżu. Każde państwo posiada wzorce, porównane z tym metrem. Wszystkie wyrabiane miary muszą być sprawdzone według takich wzorców, które w Polsce są przechowywane w Głównym Urzędzie Miar Ministerstwa Przemysłu i Handlu.

Ażeby pomierzyć pewną długość, należy wzdłuż niej układać miarę, przyjętą za jednostkę. Stwierdzamy w ten sposób, ile razy ułożyła się nasza jednostka w całym odcinku mierzonym i jaka reszta, mniejsza od jednostki, pozostała.

Przy pomiarze długich odcinków w terenie byłoby zbyt uciążliwym odkładanie metra bardzo wielką ilość razy.

Z tego względu miary, stosowane do pomiarów polowych, są

Mnożąc 78 *cm.* przez 662, otrzymujemy 516 *m.* dzięki błędom zaokrągleń — za ostateczny wynik przyjmujemy okrągło 520 *m.*

Przy większej liczbie uczniów odmierzymy odcinek, równy 100 *m.* Każdy uczeń przemierzy dwukrotnie ten odcinek. Przypuśćmy, że jeden z uczniów wymierzył pierwszy raz 141 kroków, drugi raz 145 kroków. Średni wynik wynosi 143 kroki.

Będzie więc: 143 kroki = 100 metrów
 1 krok = 70 centymetrów
 10 kroków = 7 metrów
 100 kroków = 70 *m.*
 1000 kroków = 700 *m.*

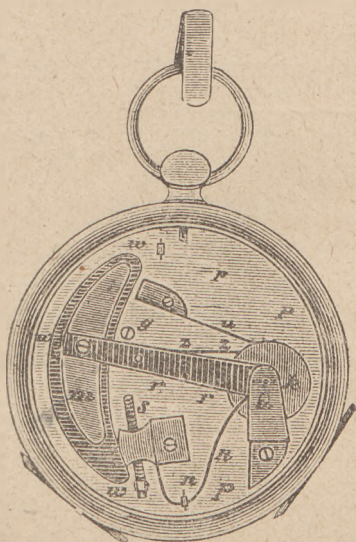
Przy pomiarach krokami dogodniej jest liczyć ruchy jednej nogi, np. prawej, co będzie rachunkiem podwójnych kroków.

Krokomierz.

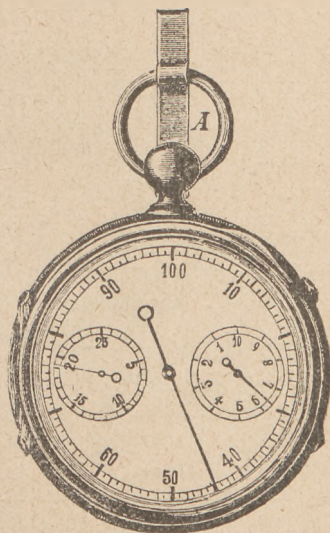
Przy pomiarze krokami dłuższych odległości używamy krokomierza (pedometru).

Wewnątrz pudełka (rys. 12), na płytce metalowej *p* osadzona jest oś *a*, na której jest nasadzone kółko zębate *k* i ramię *r* młotka *m*. Młotek *m* może się przesuwać wewnątrz wycięcia *w* w płytce *p* od guziczka *g* do śrubki *s*, uniemożliwiających dalsze posuwanie się ramienia młotka. Sprężynka *n* naciska ramię *r* przy osi *a* w ten sposób, że ramię dotyka guziczka *g*. Poza tem sprężynka *z*, złączona z ramieniem *r*, końcem swym wchodzi między zazębienia kółka *k*, tak samo, jak i sprężynka *u*. Gdy pedometr lekko wstrząśniemy, młotek *m* opuszcza się nadół, aż do zetknięcia się ramienia *r* ze śrubką *s*, i w tym czasie sprężynka *z* przesunie się po kółku *k* o jeden ząbek niżej, nie pociągając za sobą kółka, gdyż nie dopuszcza do tego sprężynka *u*. Pod działaniem odtrącającem sprężynki młotek *m* wraca do poprzedniego położenia, popychając sprężynką *z* kółko *k* o część obwodu, równą odległości między dwoma sąsiednimi ząbkami. Przy takim obrocie ząbek kółka podnosi sprężynkę *u*, której koniec wpada między kolejne dwa niższe ząbki i uniemożliwia obrót kółka w odwrotnym kierunku. Jeżeli zawiesimy pedometr przy

guziku, lub włożymy do kieszeni, to przy każdym kroku młoteczek opuści się i podniesie. Każde uderzenie młotka powoduje przesunięcie wielkiej wskazówki o 1 podziałkę tarczy na odwrotnej stronie pudełka (rys. 13). Gdy wielka wskazówka po 100 krokach obiegnie całe koło, prawa mała wskazówka obróci się o 1 podziałkę swego koła, t. j. o $\frac{1}{100}$ obwodu. Obwód więc wielkiego koła pedometru odpowiada 100 krokom, na prawem zaś małym kole jedna podziałka odpowiada całemu obwodowi wielkiego koła,



Rys. 12.



Rys. 13.

t. j. 100 uderzeniom młoteczka; zatem jedna podziałka na prawem kółku wskazuje 100 kroków, jedna podziałka na lewem kółku odpowiada 1000 krokom.

Na rysunku 13 mamy więc:

na lewem kółku 19	— co stanowi 19000 kroków
na prawem kółku 6	— co stanowi 600 kroków
z wielkiej wskazówki czytamy	44 kroki

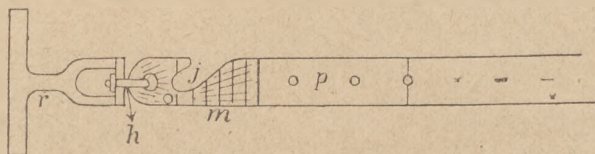
razem odczytamy 19644 kroków.

Naciśnięcie guziczka A cofa do zera wszystkie trzy wskazówki.

Wskazówki metodyczne: ćwiczenie polega na dokonywaniu odczytów z pedometru, wytknięciu prostej, zmierzeniu taśmą jej długości, przejściu z pedometrem całej prostej i porównaniu liczby obliczonych kroków z odczytem pedometru.

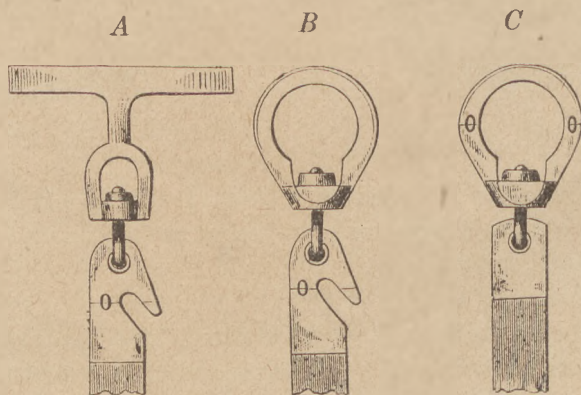
Można polecić każdemu uczniowi zmierzenie ilości kroków przy przejściu ze szkoły do domu i z domu do szkoły, mianowicie celem porównania wyników.

IV. Taśma stalowa, zwykle 20-metrowej długości, jest paskiem stalowym, zakończonym na obydwu końcach mosiężną



Rys. 14.

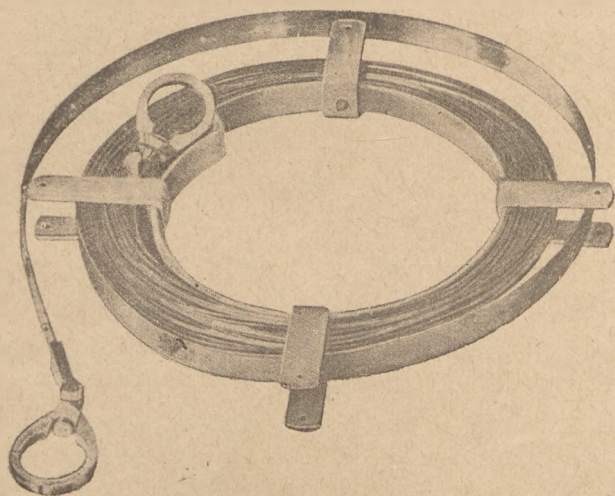
płytką *m* z języczkiem *j* (lub bez niego), połączoną z rękojeścią *r*, która może obracać się dokoła haczyka *h*, łączącego rękojeść z płytką *m*. Na płytce *m* znajduje się kreska, oznaczona zerem i stanowiąca początek taśmy. Taka sama kreska jest na drugim końcu taśmy. Na każdej stronie taśmy mamy podział na metry; poszczególne metry są wypisane na znitowanych z taśmą blasz-



Rys. 15.

kach, o kształcie czworokątów lub kół. Decymetry są oznaczone zapomocą dziurek, często z kreskami, półmetry zapomocą kwadratowych lub rombów blaszek. Piąty i piętnasty metr są wypisane na większych blaszkach, dziesiąty na największej. Często

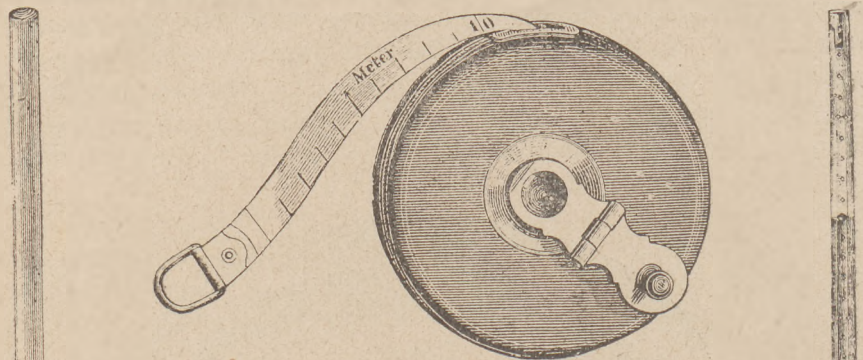
taśma jest zakończona okrągłym uszkiem, na obwodzie którego znajdują się kreski zerowe, stanowiące początek taśmy. Taśmy te są nawijane na pierścienie, zaopatrzone w 4 klamry, o postaci litery U, znitowane dolną częścią z pierścieniem (rys. 16). Taśma po użyciu nawija się na pierścień między bokami klamer, poczem zakręca się haczyk dla uniemożliwienia rozwijania się taśmy. Taśma B lub C, zakończona okrągłym uszkiem z kreską zerową, nakłada się przy pomiarze na kostur, t. j. drążek, zaopatrzony u dołu w zastrzone okucie z poprzecznym sztyftem (rys. 17). Średnica drążka odpowiada średnicy uszka; wysokość wynosi



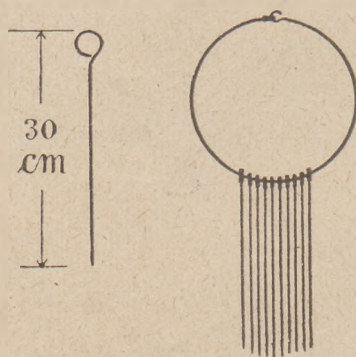
Rys. 16.

około 1.20 m. Obydwa uszka końców taśmy nasuwają się przy pomiarze na kostury aż do poprzecznych sztyftów, które podtrzymują taśmę. Ostrze pierwszego kostura zagłębia się w ziemię, poczem taśma naciąga się zapomocą przedniego kostura, który dopiero wówczas zagłębiany w ziemię. Ponieważ taśma ma być układana wzdłuż danej prostej, więc dla zachowania w toku pomiaru punktu, oznaczonego zapomocą kostura, przy przenoszeniu taśmy w celu jej następnego odłożenia na prostej, są używane szpilki stalowe (rys. 19), ustawiane w zagłębieniach, z których wyjęty zostaje kostur. Do każdej taśmy dołącza się komplet dziesięciu szpilek, na kółku stalowym, rozsuwającym się przy wkładaniu lub zdejmowaniu szpilek. Taśmy, zakończone płytką z ję-

zyczkiem (rys. 15 A), nie wymagają kosturów; zastępują je całkowicie szpilki, które przy wetknięciu w ziemię zakładane są na języczek płytki. Oczywiście wycięcie płytki (języczek) na taśmie ma takie wymiary, by kreska zerowa była przedłużeniem średnicy szpilki, gdy taśma jest naciągnięta.



Rys. 18.



Rys. 19.

Rys. 17.

Podział na taśmach jest zwykle dwustronny i idzie w jednakowym kierunku; są jednak taśmy o odwrotnych kierunkach podziału na obydwu stronach, co nieraz bywa źródłem wadliwych odczytów z taśmy.

Rulety są to tasiemki płócienne, lub stalowe, zwijane wewnątrz futerału,—są one węższe od taśmy stalowej. Długość rulety wynosi 5, 10 lub 20 m. (rys. 18).

Łaty (rys. 19a) miernicze są to drążki drewniane z okuciami na końcach. Dają dokładniejsze wyniki niż taśmy. Długość łąt wynosi zwykle 5 m.; są jednak 3 i 4-metrowe łaty. Okucia są

albo ostrzami, z których jedno jest pionowe, drugie poziome, tak że przy układaniu łąt do styku poziome ostrze tylnej łąty dotyka pionowego ostrza przedniej, albo też okucia są płaskie, w kształcie kół. Podział na łątach jest oznaczony zapomocą ćwieczków mosiężnych, przytem większa ilość ćwieczków oznacza metry, mniejsza — połówki metrów, pojedyncze zaś ćwieczki dają poszczególne decymetry. Łaty sporządzane są z suchego drzewa, pomalowanego farbą olejną. Jedna łąta z kompletu, składającego się z dwu łąt, ma metry zamalowane czerwoną i białą farbą, druga — czarną lub niebieską. Dla zabezpieczenia od rdzewienia, okucia smarujemy wazeliną.

Pomiar długości taśmą stalową lub płócienną.

Dla pomiaru długości prostych taśmą stalową jest potrzebny komplet z dziesięciu szpilek stalowych oraz kilka tyczek. Do pomocy należy mieć 4 uczniów, z których dwóch pracuje przy taśmie, trzeci przenosi szpilki, czwarty przenosi i ustawia tyczki.

Pomiar jest poprzedzony wytyczeniem prostej zwykłymi tyczkami. W tym celu ustawiamy się za tyczką, stojącą nad początkowym punktem (lub za nim, ściśle na linii, tuż przy paliku, wyznaczającym początek mierzonej prostej); tak samo ustawia tyczkę uczeń na końcu prostej, poczem posuwa się ku nam o 50 kroków i ustawia zgodnie z podawanymi sygnałami tyczkę na linii (tyczenie wprzód). Na dłuższych prostych co 150 kroków według naszych wskazówek ustawia uczeń dalsze tyczki.

Gdy prosta jest wytyczona, przystępujemy do pomiaru.

W tym celu, rozwiniętą w kierunku prostej taśmę przykładamy kreską zerową do punktu początkowego prostej i pierwszy uczeń przyciska ją tak mocno, by nie mogła się przesunąć. Drugiego ustawimy zapomocą sygnalizowania ręką (w lewo lub w prawo) na linii tyczek; wówczas uczeń ten potrząsa taśmą, aby wyciągnęła się dokładnie, i mocno ją naciąga, poczem ostatnim ruchem ręki jeszcze raz umieszczamy koniec taśmy w linii. Trzeci uczeń podaje szpilkę drugiemu, który zakłada ją pionowo obok końcowej kreski lub w języczek taśmy, jeszcze raz naciąga ku sobie i wbija szpilkę w ziemię, krzyżując „jest”; pierwszy wtedy zwalnia taśmę, drugi zdejmuje języczek ze szpilki i obaj posuwają się w kierunku linii, dopóki pierwszy nie dojdzie do wetnię-

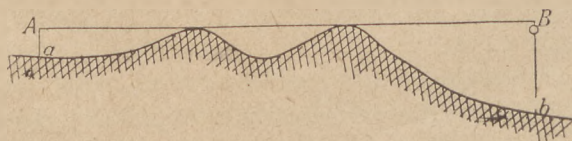
tej szpilki i nie zatrzyma drugiego okrzykiem „stać“, zakładając zarazem taśmę języczkiem na szpilkę. Sygnałami, podawanemi ręką w prawo lub w lewo, umieszczamy przedni koniec taśmy w linii, poczem drugi uczeń, jak poprzednio, wbija szpilkę w ziemię i znów posuwają się obydwa naprzód, przyczem pierwszy zabiera ze sobą pierwszą szpilkę. Analogicznie postępujemy dalej do czasu, gdy uczniowie na przodzie pozostaną bez szpilek; wówczas w rękę 1-go powinno być dziewięć szpilek, dziesiąta zaś jest na tylnym końcu taśmy zagłębiona w ziemię. Znów taśma układa się ściśle w linii, uczeń na przodzie przyciska początek taśmy do ziemi, a wówczas trzeci uczeń zabiera wszystkie dziesięć szpilek i przynosi drugiemu, który jedną z nich wbija przez języczek w ziemię. Notujemy w karnecie krzyżykiem tę pierwszą zmianę szpilek. Przypuśćmy, że wreszcie taśma ułożyła się przy końcu prostej; przytem mamy odnotowane dwa kryżyki (dwie zmiany szpilek), u pierwszego ucznia razem z wbłą w ziemię jest siedem szpilek, z taśmy zaś przy końcu prostej odczytaliśmy jedenaście metrów, 5 decymetrów i na oko oszacowaliśmy pół decymetra. Długość danej prostej wyniesie więc:

dwie zmiany szpilek, każda po 10, razem 20 szpilek w odstępach
po 20 m = 400 m

siedem szpilek przy pierwszym uczniu:

7 w odstępach	po 20 m = 140 m
odczyt z taśmy	= 11,55 m
Razem . .	<u>551,55 m</u>

Sprawdzamy, czy drugi uczeń ma przy sobie 3 szpilki, gdyż tyle brakuje do kompletu pierwszemu. Należy uważać, biorąc odczyt z taśmy, na blaszkę przy dziesięciu metrach na taśmie,



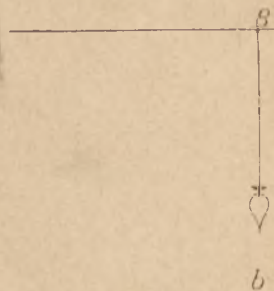
Rys. 20.

gdyż, jeżeli mamy w użyciu taśmę z dwustronnym podziałem w przeciwnych kierunkach, to łatwo zamiast jedenastu odczytać dziewięć metrów i t. p.

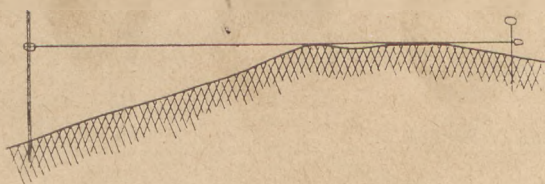
Pomiar taśmą z kosturami jedynie tem się różni od poprzedniego, że taśmy są nasadzone uszkami na kostury, aż do poprzecz-

nych sztyftów u dołu kostura, i ustawienia w linii dokonywamy zapomocą pionowo utrzymywanych kosturów, a ostrze przedniego kostura, po ustawieniu w linii i naciągnięciu taśmy, wbijamy w ziemię. Szpilkę zaś w gruncie zwięzłym zagłębiamy przy sztyfcie kostura, gdy tylny kostur, po zajęciu miejsca przedniego, zostaje wprowadzony w utworzone przez przedni zagłębienie. Szpilka gra wówczas rolę świadka, ułatwiającego odnalezienie miejsca ustawienia kostura. W gruncie zaś płaskim lub błotnistym szpilkę ustawiamy w zagłębieniu, utworzonym przez kostur.

Podobny przebieg ma pomiar, gdy teren jest prawie równy, o stałym pochyleniu. Często jednak tak nie jest i przedni koniec taśmy, naciągniętej do poziomu na oko, może się znaleźć dość wysoko nad ziemią. Wówczas szpilkę zawieszamy pod zerem przedniego końca taśmy, ostrzem wdół i puszczamy pionowo na ziemię (Rys. 21). Ostrze szpilki wbije się w grunt, względnie wskaże rzut poziomy *b* końca taśmy; lepiej jest tę czynność wykonać zapomocą pionu, zwisającego na końcu taśmy (zero). Punkt, wskazany przez pion, będzie punktem ustawienia szpilki. W czasie silnego wiatru ustawiamy pion



rys. 21.

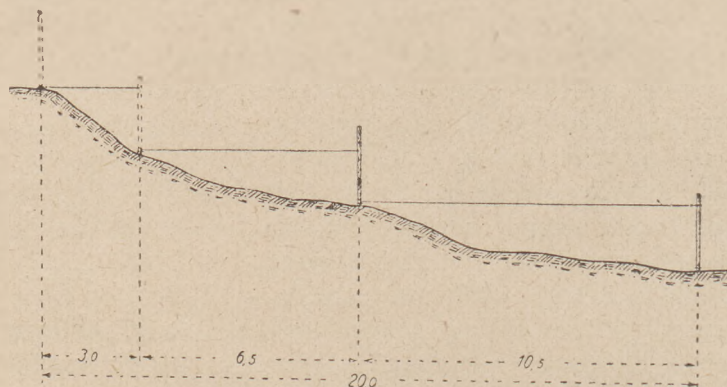


Rys. 22.

nowo przy końcu taśmy tyczkę i wówczas jej ostrze daje punkt, będący rzutem końca taśmy (rys. 22).

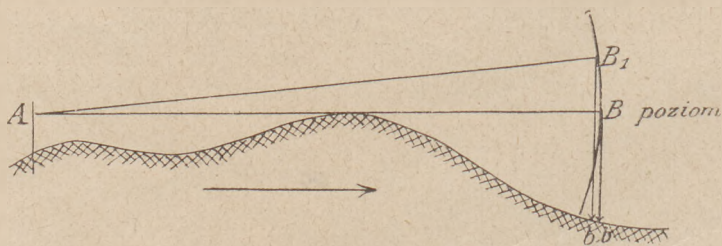
Zapomocą żalonu, pionowo stojącego przy tylnej szpilce, doprowadzamy taśmę do poziomu wtedy, kiedy jej początek powinien być podniesiony. Jeżeli zaś spady na linii taśmy są tak duże, że te sposoby okażą się niedostateczne, to rzutujemy kolejno części taśmy, a więc, np., co 5 lub 10 metrów (rys. 23).

Przy pionowaniu punktu należy pamiętać, że właściwem położeniem ostrza pionu jest jego położenie, najdalej w kierunku pomiaru wysunięte. Przeto koniec taśmy *B* podnosimy i opuszczamy dopóty, dopóki ostrze pionu nie wysunie się najbardziej w kierunku pomiaru, gdyż koniec taśmy, poziomo naciągniętej, jest więcej odsunięty w tym kierunku od początku taśmy, niż taśmy, odchylonej od poziomu (rys. 24).



Rys. 23.

Pomiaru długości każdej prostej należy dokonywać dwukrotnie w przeciwnych kierunkach.

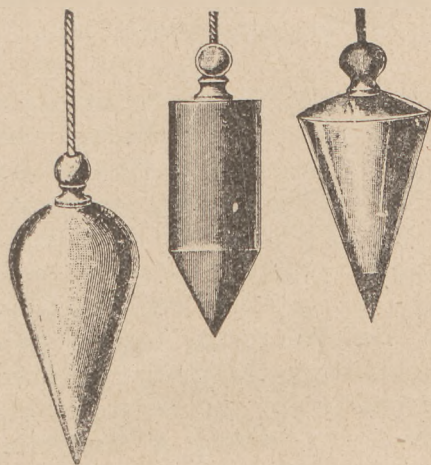


Rys. 24.

W braku szpilek można oznaczać na ziemi rysą poprzeczną koniec każdorazowo ułożonej taśmy; łatwiej jednak wówczas popełnić błąd przy notowaniu ilości ułożonych taśm.

Pion.

Wspomnieliśmy poprzednio o pionie; przyrząd ten, z którym często mamy do czynienia, jest to ciężarek metalowy, zakończony stożkowem ostrzem, a zaopatrzony w główkę metalową, wkręcaną w pion.



Rys. 25.

Przez otwór w główce, leżący na osi pionu, przewleka się sznurek, nawiązywany u dołu w węzeł, który umożliwia wyciągnięcie sznurka. Ostrze zawieszonego na sznurku pionu w stanie spokoju powinno leżeć na przedłużeniu sznurka, co sprawdzamy zapomocą skręcania; wówczas ostrze pionu, w czasie jego obrotu dokoła osi, powinno znajdować się stale nad jednym punktem, a nie zataczać koła.

W braku pionu można zawiesić na sznurku kamyk.

Wskazówki metodyczne: Należy przedewszystkiem zmierzyć kilka odcinków, krótszych od 20 m., kilka odcinków kilkudziesięciometrowych i na najbliższej wycieczce jeden kilkusetmetrowy odcinek. Jedna grupa tyczy wówczas prostą, druga mierzy.

Lekcja V.

Przyrządy: Taśma, szpilki, krokomierz, tyczki.

Dwukrotne pomiary długości.

Zwykle długość każdej prostej należy mierzyć dwukrotnie, mianowicie z tego względu, że dzięki a) niedokładności układania taśmy w danym kierunku, b) niedokładnemu doprowadzeniu jej do poziomu, c) nieściśle pionowemu wbijaniu szpilki, d) nieodpowiedniemu wyciąganiu taśmy i t. p. przyczynom, otrzymujemy

wynik, obciążony pewnym błędem. Dokonanie zaś podwójnego pomiaru, przytem w przeciwnym kierunku, daje dwa wyniki, użyte w tych samych warunkach, przy tej samej metodzie pracy. Ponieważ obydwa wyniki są dla nas jednakowo dokładne, pomimo pewnej drobnej różnicy, zachodzącej między niemi, przeto za ostateczny wynik, jako najprawdopodobniejszy, bierzemy średnią arytmetyczną obydwu.

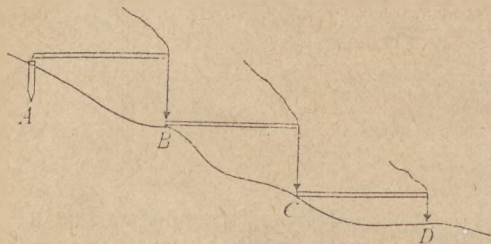
Dwukrotny pomiar jest poza tem niezbędny dla usunięcia t. zw. grubych błędów; mianowicie przy pierwszym pomiarze możemy albo nie policzyć jednej szpilki, albo zapomnieć o zmianie szpilek, albo omylić się w odczycie z taśmy; trudno przypuszczać, abyśmy mogli powtórzyć taki sam gruby błąd przy drugim pomiarze w odwrotnym kierunku. Jeżeli więc dla przeciętnego boku (do 300 m) dwa wyniki różnić się będą o jeden lub kilka (błąd odczytu), dwadzieścia (szpilka), czy dwieście (zmiana szpilek) metrów, wówczas w jednym z wyników ukryty jest gruby błąd i, dla wykrycia tego błędu, powtarzamy pomiar jeszcze raz; trzeci wynik zgadza się z jednym z poprzednich; średnią arytmetyczną tych dwu wyników uważamy za długość mierzonej prostej.

Lekcja VI.

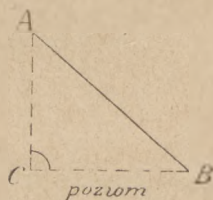
Przyrządy: Taśma, tyczki, szpilki, pion.

Pomiar schodkami (rys. 26).

Na pochyłościach układamy taśmę poziomo w danym kierunku. Metoda ta, zwana pomiarem schodkami, wymaga dokład-



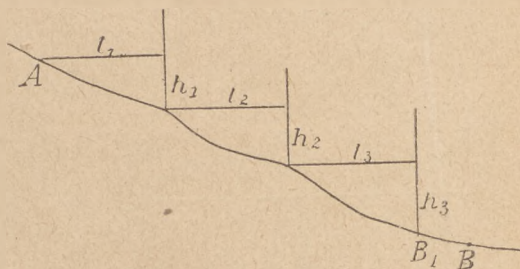
Rys. 26.



Rys. 27.

nego rzutowania końca odcinków 5-metrowych taśmy na ziemię, w celu otrzymania punktu początkowego dla dalszego układania

taśmy. Na cienkiej nici zawiesza się na końcu 5-metrowego odcinka taśmy pion; zapomocą podnoszenia i opuszczania końca odcinka odnajdziemy takie położenie, przy którym pion wychyli się najdalej w kierunku pomiaru; przy tem położeniu pionu odcinek taśmy będzie w poziomie. Po ułożeniu taśmy do poziomu i po uspokojeniu się pionu, umieszczonego na końcu odcinka taśmy (pion powinien być ostro zakończony), puszczaemy nąć pionu, pion spadnie na ziemię, znacząc rzut poziomy końca. Otrzymany punkt jest punktem, od którego rozpoczniemy dalszy pomiar (rys. 26).



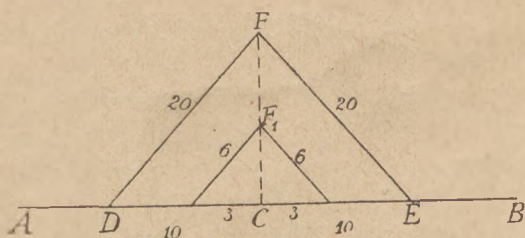
Rys. 28.

W ten sposób należy mierzyć na pochyłościach, gdyż celem pomiaru jest ustalenie długości rzutu poziomego danej prostej. Tak np., przy pomiarze odległości od A do B na zboczu wzgórza (rys. 27) mierzymy schodkami, aby określić długość CB, a nie AB.

Dogodniej jest użyć do pomiaru schodkami łąt pięciometrowych, lub trzymetrowych; długość całej prostej będzie równa długości łąty, mnożonej przez liczbę jej kolejnych ułożeń, więcej otrzymana reszta, zmierzona taśmą płócienną. Zamiast pionu można użyć tyczek, jak na rys. 28. Rzut poziomy AB wyniesie (rys. 28) 3 łąty i resztę B₁B.

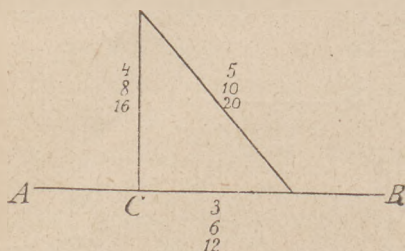
Zagadnienia na pomiar i tyczenie prostych.

1. Wytyczyć zapomocą taśmy 1-ą do prostej AB w punkcie C (rys. 29). a) Dokładniejsze rozwiązanie polega na odmierzeniu od punktu C w obydwu kierunkach na danej prostej po 10 m. Otrzymujemy punkty D i E. Naciągamy w nich dwie taśmy, dopóki drugie końce tych taśm nie przetną się w określonym punkcie F, który jako wierz-

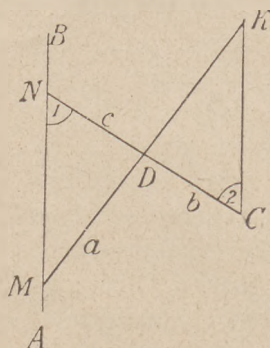


Rys. 29.

chołek Δ -a równoramiennego, powinien leżeć na prostopadłej, wystawionej ze środka C podstawy. Rozwiązanie dla krótszych prostopadłych polega na użyciu 18-metrowego odcinka taśmy, podzielonego na 3 części 6-metrowe; średnią część układamy po 3 m.



Rys. 30.



Rys. 31.

w lewo i w prawo od punktu C , końce zaś następnych 6-metrowych odcinków naciągamy do zetknięcia się w punkcie F_1 , który leży z punktem C na $CF_1 \perp AB$ (rys. 29).

b) Mniej dokładne rozwiązanie polega na zastosowaniu jednego z równań:

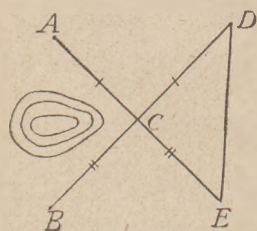
$$3^2 + 4^2 = 5^2$$

$$6^2 + 8^2 = 10^2$$

$$12^2 + 16^2 = 20^2 \text{ i t. d.}$$

$$5^2 + 12^2 = 13^2 \text{ i t. d.}$$

3 m i 4 m, lub 6 m i 8 m, lub 12 m i 16 m obieramy za przyprostokątne, a 5 m, 10 m lub 20 m, odpowiednio do liczb, obranych dla przyprostokątnych, będzie przeciwprostokątną.



Rys. 32.

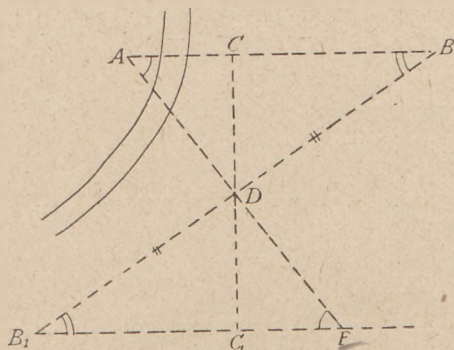
Wykonamy konstrukcję w terenie zapomocą taśmy podobnie, jak w poprzednim zadaniu (rys. 30).

c) Wytyczyć przez C prostą, równoległą do AB (rys. 31).

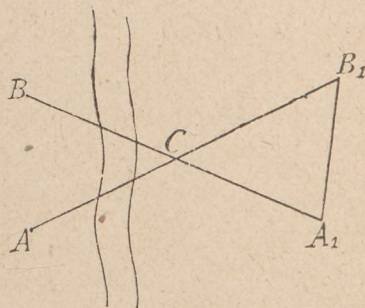
Na prostej AB obieramy punkty M i N ; mierzymy długość NC i obliczamy połowę tej długości; odmierzymy tę połowę od N do D na prostej NC . Przedłużamy MD i odmierzamy na przedłużeniu $DK = MD$. Prosta CK będzie równoległa do MN , ponieważ w trójkątach MDN i KDC mamy boki $MD = DK$,

$ND = DC$ i $\sphericalangle NDM = \sphericalangle CDK$, stąd kąty 1 i 2 są równe, a zatem CK i MN są równoległe.

2. Wyznaczyć długość prostej AB , której bezpośrednio zmierzyć nie możemy, jeżeli obydwa punkty A i B są dostępne, prosta zaś AB jest niedostępna dla pomiaru: np., między A i B leży las lub jezioro (rys. 32).



Rys. 33.



Rys. 34.

Obieramy taki punkt C , aby pomiar CA i CB , oraz ich przedłużeń, był możliwy. Na przedłużeniu BC odmierzamy $CD = CA$ i na przedłużeniu AC odmierzamy $CE = CB$. Zmierzona następnie długość DE daje szukaną długość AB .

3. Określić długość prostej AB , jeżeli jeden z końców danej prostej jest niedostępny (rys. 33).

Na AB wytyczamy punkt C . Obieramy taki punkt D , byśmy z D (rys. 33) i bliskich od D punktów mogli widzieć A . Na przedłużeniu BD odmierzymy $DB_1 = DB$ i na przedłużeniu CD odmierzymy $DC_1 = DC$. Oczywiście $C_1 B_1$ jest $\parallel$ do BC . Przesuwając się po przedłużeniu $C_1 B_1$, odnajdziemy taki punkt E , który leży na przedłużeniu AD . Z równości Δ -ów ABD i $B_1 E D$ wnosimy, że $B_1 E = AB$. Pomiar $B_1 E$ jest już dostępny.

3a. Obydwa końce prostej są niedostępne (rys. 34).

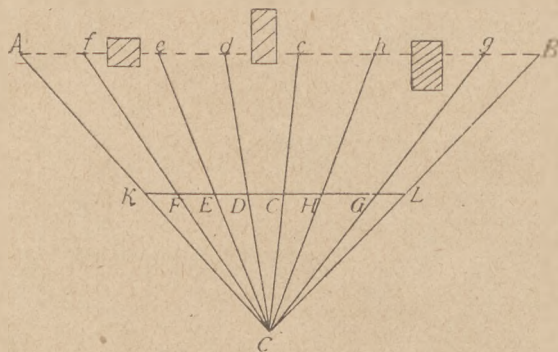
Obieramy punkt C , z którego widzimy A i B . Jeżeli na przedłużeniu AC odłożymy $CB_1 = CB$ i na przedłużeniu BC odmierzymy $CA_1 = CA$, wówczas $A_1 B_1 = AB$. Długości CB i CA określimy, jak wyżej.

4. Wytyczyć prostą AB między przeszkodami (rys. 35).

Obieramy w terenie taki punkt C , by można było zmierzyć długość AC i CB .

Na AC i BC odmierzamy $CK = \frac{1}{2} CA$ i $CL = \frac{1}{2} CB$.

Obieramy na KL szereg punktów, przez które można poprowadzić między przeszkodami proste, idące z punktu C , i odmie-



Rys. 35.

rzamy na nich: $Cf = 2 CF$; $Ce = 2 CE$ i t. d. Punkty $f, e, d, \dots$ leżą na AB .

Lekcja VII.

Przyrządy: Statyw, węgielnica, kilka tyczek.

Opis przyrządów.

Statyw (rys. 36) składa się z trzech drewnianych nóżek n , zakończonych u dołu metalowymi ostrzami. U góry nóżki są przykręcane śrubkami do drewnianego walca (głowica). W spód walca wkręcony jest haczyk dla zawieszania pionu, w celu ustawiania statywu dokładnie nad punktem terenu, oznaczonym palikiem.

Do drewnianego walca jest przymocowany nagwintowany walec metalowy; na śrubę tego walca nakręca się metalowa nasada osi pionowej. Oś pionowa jest trzpieniem metalowym c w kształcie ściętego stożka, zakończonym u dołu kulką metalową, która może się obracać we wszystkich kierunkach wewnątrz nasady, w kulistym jej wydrążeniu, którego promień jest równy promieniowi metalowej kuli.

Ustawienie statywu polega na zwolnieniu śrub zaciśkowych, łączących nóżki z drewnianym walcem, odpięciu rzemyka, spinającego nóżki u dołu, odchyleniu nóżek w trzech kierun-

kach od środka i ustawieniu ich na ziemi. Nóżki powinny być o tyle wzajemnie odchylone, aby 1) wysokość ustawionego statywu była odpowiednia do wzrostu ucznia, korzystającego z przyrządu, 2) walec drewniany zajmował możliwie pionowe położenie.

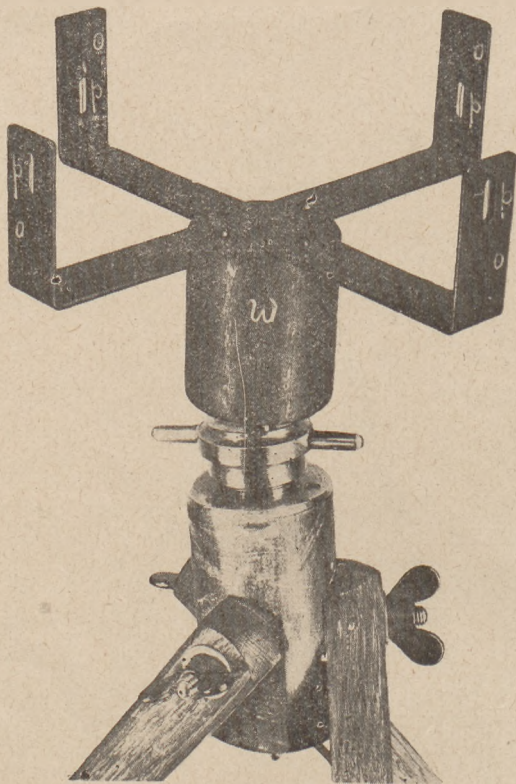


Rys. 36.

Przy takim położeniu statywu wciskamy ostrza nóżek statywu dostatecznie mocno w ziemię, poczem metalowy trzpień u góry ustawiamy pionowo, poruszając go dłonią w odpowiednim kierunku.

Węgielnica.

Węgielnica firmy „Uranja“ (rys. 36) składa się z następujących części:



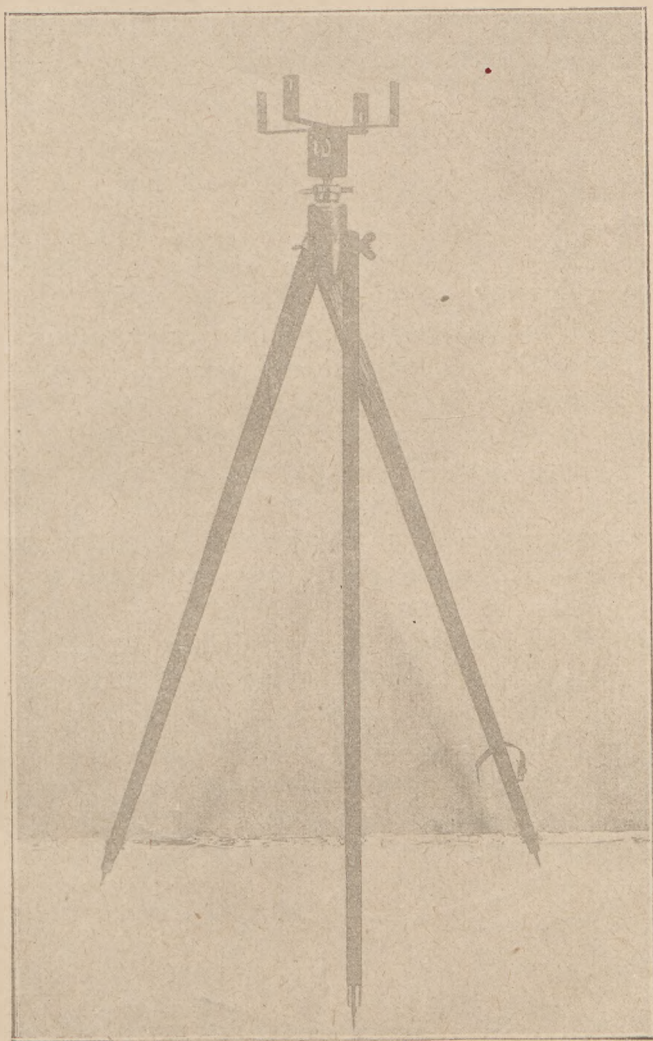
Rys. 37.

1) z walca drewnianego *w* z wydrążeniem stożkowym u dołu, wytoczonym w taki sposób, że wałek drewniany zapomocą tego wydrążenia może być osadzony na trzpieniu statywu (rys. 38),

2) z dwu listewek metalowych, wzajemnie prostopadłych, przymocowanych do drewnianego walca.

Każda listewka ma zagięte ku górze końce. Jeden koniec posiada okienko z naciągniętym włosieniem, pod którym znajduje się wąska szpara. Przeciwny koniec posiada u góry wąską szparę, okienko zaś u dołu. Szparę nazywamy *przezier-*

nikiem ocznym, włosień przeziernikiem przedmiotowym (lub celowym), ponieważ oko przykładamy do szpary, włosień zaś prze-



Rys. 38.

ciwległego przeziernika kierujemy na obserwowany przedmiot. Płaszczyzna, przechodząca przez szparę i przeciwny włosień, nazywa się *płaszczyzną celową*. Płaszczyzny celowe obydwu

listewek są wzajemnie prostopadłe. Jeżeli więc jedna płaszczyzna celowa jest skierowana na jakiś przedmiot (np. drzewo, czy tyczkę), wówczas, patrząc wzdłuż płaszczyzny celowej drugiej listewki, patrzeć będziemy w kierunku prostopadłym do danego (pierwszego) kierunku. Przyrząd ten może zatem służyć do wytyczenia kąta prostego; skoro go ustawiamy w dowolnym punkcie danej prostej, to łatwo będzie wytyczyć prostą, prostopadłą do danej.

Ustawienie węgielnicy.

Gdy węgielnicę osadzimy na trzpieniu statywu, należy sprawdzić, czy płaszczyzny celowe są pionowe.

W tym celu nastawiamy jedną parę przezierników obrotem węgielnicy dokoła osi, trzpienia statywu) do chwili, gdy, patrząc przez szparę i przeciwległy włosień, spostrzeżemy jakąś pionową linię, np. róg budynku, czy też słup telegraficzny. Obracamy wtedy oś przyrządu (trzpień statywu) dopóty, dopóki włosień nie ułoży się ściśle wzdłuż obserwowanej pionowej prostej. Jeżeli teraz skierujemy płaszczyznę celową na inną pionową prostą, i włosień padnie ściśle na tę prostą, wówczas uważamy że przyrząd jest dokładnie ustawiony.

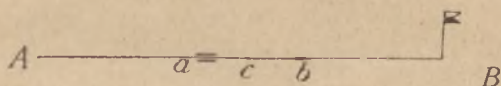
W podobny sposób ustawiamy węgielnice bębnekowe, (patrz str. 31) lub węgielnice-goniometr, zapomocą które można również mierzyć kąty. Pomiar kątów rozpatrzmy szczegółowiej w dziale o kątomierzach, tymczasem rozpatrzmy zagadnienia o tyczeniu prostej. Jako ilustrację czynności związanych z tyczeniem prostopadłych podajemy rys. 39, na którym widzimy grupę uczniów z węgielnicą-goniometrem, przystępującą do rozwiązywania jednego z zagadnień.



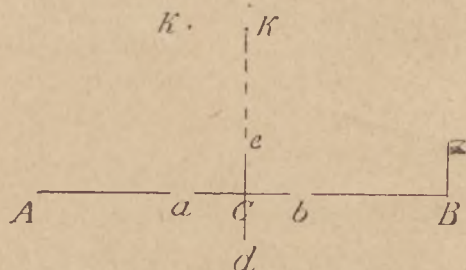
Rys. 39.

Tyczenie prostopadłej do danej prostej.

Ustawiamy węgielnicę, osadzoną na statywie, nad punktem C , leżącym na danej prostej AB , zapomocą pionu, zawieszonego pod walcem statywu. Obracamy węgielnicę na statywie do-
 rys. 40.



ład, aż, patrząc (rys 40) przez szparę a przeziernika ocznego, spostrzeżemy włosień przeciwnego przeziernika, kryjący tyczkę B . Wówczas przesuwamy się do drugiej płaszczyzny celowej i patrzymy (rys. 41) przez szparę d na włosień e .



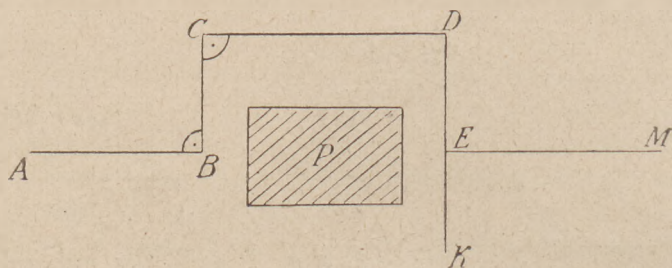
Rys. 41.

Jednego z uczniów wysyłamy w kierunku, mniej więcej prostopadłym do AB np. punktu K_1 . Ponieważ,

uczeń ten (patrz rys. 41) znajduje się w lewo od płaszczyzny celowej de , więc, dając odpowiednie sygnały chusteczką, posuwamy go z tyczką aż do punktu K , leżącego na przedłużeniu płaszczyzny celowej de . Gdy wtedy włosień zakryje tyczkę, będzie prosta CK prostopadłą do AB ; wytyczyliśmy w ten sposób kąt prosty $KCB = KCA$.

Tyczenie prostej przez przeszkodę (dom, lasek i t. p.).

Przypuśćmy, że prostą AB należy przedłużyć za przeszkodę P (rys. 42). W punkcie B tyczymy zapomocą węgielnicy prostą BC , prostopadłą do AB . Następnie w punkcie C tyczymy prostą CD , prostopadłą do CB , w ten sposób, aby punkt D



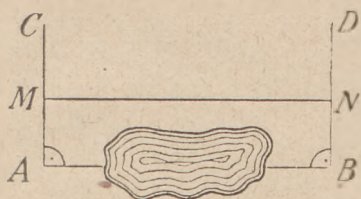
Rys. 42.

wysunięty był za przeszkodę. Mierzymy długość BC . W punkcie D tyczymy prostą DK , prostopadłą do CD . Na prostej DK odmierzymy odcinek DE , równy CB .

Gdy teraz wytyczymy prostą EM , prostopadłą do DE , wówczas prosta EM powinna leżeć na przedłużeniu AB , jeżeli nie popełniliśmy błędów w tyczeniu kątów prostych lub mierzeniu długości.

Pomiar odległości między punktami, oddzielonemi przeszkodą.

Przypuśćmy, że należy wyznaczyć odległość między punktami (rys. 43) A i B , jeżeli na prostej AB leży, na przykład, staw, błoto lub t. p. W punktach A i B tyczymy kolejno proste AC

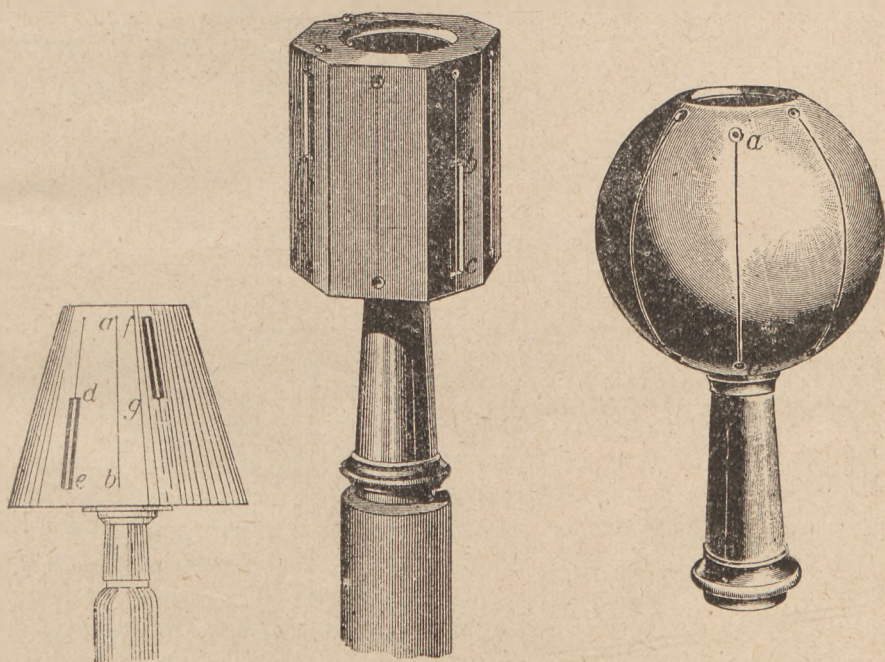


Rys. 43.

i BD , prostopadłe do AB . Na tych prostych odmierzamy równe odległości AM i BN , a przytem takie, aby odcinek, łączący tyczki M i N , był dostępny do pomiaru długości. Odcinek MN mierzymy taśmą; długość MN jest równa odległości AB .

Węgielnice bębnekowe.

Węgielnice bębnekowe (rys. 44) mają kształt walca lub graniastostłupa, oraz stożka lub kuli. Te ostatnie są bardzo dogodne



Rys. 44.

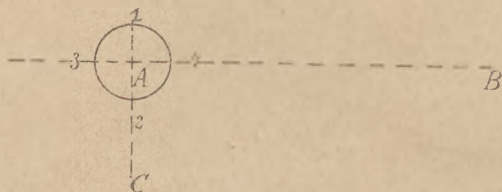
przy tyczeniu prostopadłych na pochyłościach. Przyrząd dla tyczenia dwu prostych, wzajemnie prostopadłych, powinien dawać



Rys. 45.

dwie płaszczyzny celowe (kolimacyjne), wzajemnie prostopadłe. Płaszczyzny te są realizowane w węgielnicach bębnekowych zapomocą t. zw. par przezierników (celowników). Są to szpary cienkie, np. ab , lub szersze, z naciągniętym włosieniem, wycięte w ściankach przyrządu i leżące odpowiednio w jednej płaszczyźnie z jego osią. Jeżeli oś przyrządu ustawimy pionowo nad punktem A na danej prostej i obrócimy całą węgielnicę, by, patrząc przez średnicowo przeciwnieległe przezierniki 3 i 4, zobaczyć (rys. 46) na ich przedłużeniu punkt B danej prostej, to wówczas, patrząc przez przezierniki 1 — 2, na ich przedłużeniu ustawimy ucznia z tyczką C . Prosta AC będzie $\perp$ -a do AB (rys. 46).

Dla dogodniejszego celowania są zrobione w przyrządzie otwory dwu rodzajów: węższy — do niego przysuwamy oko, szerszy, gdzie jest naciągnięty włosień; patrząc na włosień, oceniamy, w jakim kierunku



Rys. 46.

należy obrócić cały przyrząd (aby linja 3 — 4 kryła punkt B), lub w jakim kierunku i o ile należy przesunąć tyczkę (aby 1—2 linja kryła punkt C).

Węższy nazywamy przeziernikiem ocznym, szerszy — przedmiotowym.

Często nad przeziernikiem ocznym znajduje się przedmiotowy, a średnicowo przeciwnieległy przeziernik przedmiotowy ma ponad sobą przeziernik oczny. Węgielnica bębnekowa u dołu jest zakończona tulejką, którą osadza się na drążku (kosturze) odpowiedniej średnicy (rys. 45).

Tulejka może mieć śrubkę zaciskową, sprzęgającą przyrząd z drążkiem jużto zapomocą bezpośredniego nacisku na drążek, już zapomocą zwięzania tulejki przez skręcanie obwodu tulejki, dopóki jej średnica nie stanie się równą średnicy drążka, na którym została osadzona.

Lekcja VIII.

Przyrządy: Tyczka, linka i szpilka, lub też stolik i długa igła.

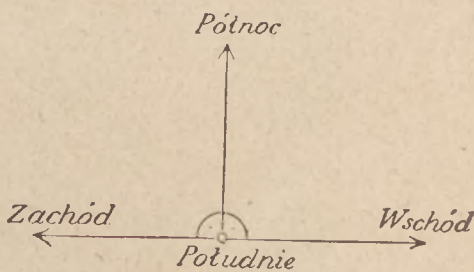
Linja południowa.

Płaszczyzna południka, przechodząca przez dany punkt, przecina powierzchnię ziemi wzdłuż linii południowej.

Przez każdy punkt na powierzchni ziemi można wytyczyć tylko jeden kierunek linii południowej. Dla punktów, blisko położonych, kierunki linii południowej są równoległe. Chcąc zatem w danej miejscowości znaleźć kierunek linii południowej, wystarczy wytyczyć ją w dowolnym punkcie tej miejscowości.

Rozpatrzmy wytyczenie linii południowej zapomocą gnomonu.

Gnomon jest słupkiem pionowym, rzucającym cień. Ponieważ słońce góruje w południku, zatem najkrótszy cień w danym dniu wskazuje kierunek południe—północ, a więc linię południową. Skoro tedy na splanowanym terenie (np. podwórko, boisko) ustawimy pionowo tyczkę i co kilka minut przed południem miejscowem i po południu oznaczać będziemy zapomocą cienkich palików koniec cienia tyczki, wówczas prosta, łącząca spód tyczki i najbliższej do niej położonego palika, wskaże kierunek południe—północ.



Rys. 47.

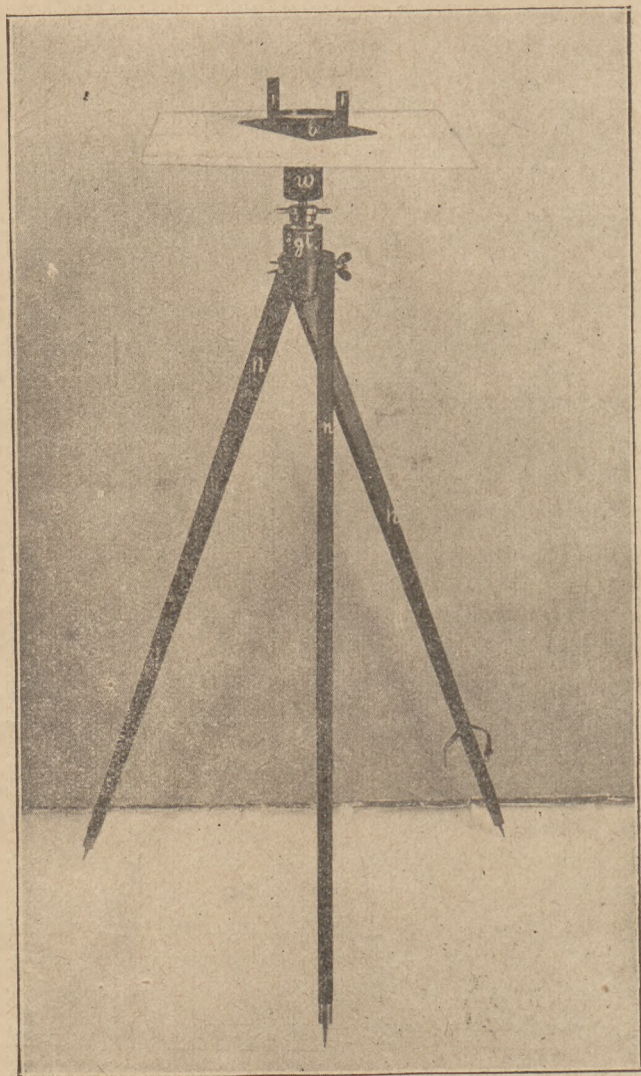
Gdy usuniemy tyczkę i ściśle nad zagłębieniem, które pozostało w ziemi po tyczce, ustawimy węgielnicę i skierujemy jedną jej płaszczyznę celową na tyczkę, umieszczoną nad najbliższym palikiem, wówczas zapomocą drugiej płaszczyzny celowej wytyczymy kierunek (rys. 47) zachód—wschód, przyczem kierunek zachodu wytyczymy w lewo od kierunku północy, wschodu — w prawo.

Stolik mierniczy.

Zamiast tyczki można użyć do tego samego celu stolika mierniczego. Jest to płyta drewniana, przytwierdzona do drewnia-

nego walca, za pośrednictwem którego jest osadzona na trzpieniu statywu (rys. 48).

Stolik należy ustawić w ten sposób, by, patrząc na otwartym terenie wzdłuż górnej powierzchni płyty, widzieć na jej przedłu-



Rys. 48.

żeniu widnokrąg. Wówczas górna powierzchnia płyty będzie pozioma. Można również ustawić na stoliku libelę pudełkową

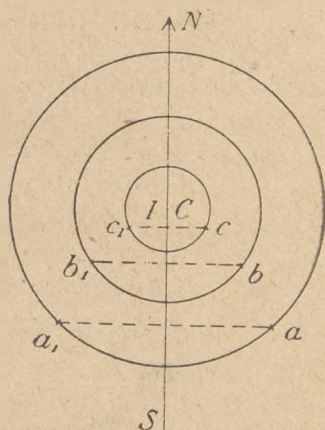
i obracać trzpień statywu ze stolikiem dopóty, dopóki bańka powietrzna nie znajdzie się na środku szklanej pokrywki, oznaczonym zapomocą kółka. Stolik wówczas jest spoziomowany. Przed wyjściem na teren przypinamy dobrze pinezkami duży arkusz papieru do płyty i dokoła obranego na oko środkowego punktu płyty wykreślamy cyrklem kilka (około 10) koncentrycznych kół.

Z tak przygotowanym stolikiem wyruszamy w pole lub na nieosłonięte podwórze i rano o godzinie 10-ej (lepiej nawet wcześniej) ustawiamy stolik poziomo i dokładnie w środek spółśrodkowych kół wtykamy (rys. 49) długą na 10 centymetrów igłę I .

Cień, rzucany przez igłę, stopniowo maleje. Koniec cienia w pewnej chwili padnie na obwód jednego z kół, np. w punkcie a ; oznaczamy ołówkiem ten punkt. Następnie koniec cienia przesunie się na obwód drugiego koła i dotknie go w punkcie b , który również oznaczmy ołówkiem.

Na następny kole oznaczmy punkt c i t. d. Po południu cień zacznie rosnać. Wierzchołek cienia kolejno będzie przecinał obwody kół; punkty przecięcia się oznaczmy na odpowiednich kołach temi samemi literami, jak przed południem, z dodaniem u dołu znaczka 1, a więc otrzymamy punkty c_1 , b_1 , a_1 .

Znajdujemy środki odcinków $c_1 c$, $b_1 b$, $a_1 a$ i oznaczamy je literami C , B i A . Przykładamy do tych punktów linijkę i wykreślamy prostą, przechodzącą możliwie prosto przez te punkty. Koniec tej prostej, skierowany ku słońcu, oznaczamy literą S (południe), przeciwny — literą N (północ). Linja SN wskazuje kierunek linii południowej. Ustawiając igiełkę w punkcie S i patrząc wzdłuż obydwu igieł, wystawimy na ich przedłużeniu tyczkę, a w przeciwnym kierunku — drugą. Te dwie tyczki stoją w terenie na linii południowej.



Rys. 49.

Wskazówki metodyczne.

Zamiast stolika i igły można na płaskim terenie użyć tyczek. Koła spółśrodkowe można wyryć żelazną szpilką, utrzy-

mywaną zapomocą sznurka w stałej odległości od danego punktu dla każdego koła.

Im wcześniej przed południem i im później po południu ukończymy obserwacje, tem dokładniejszy będzie wynik. Na zupełnie otwartym terenie można ograniczyć się do dwu obserwacji: koniec cienia w chwili 1) wschodu słońca i 2) zachodu słońca. Zmierzymy tasiemką długość prostej, łączącej te punkty, odmierzymy od końca tej prostej, ściśle na niej, połowę zmierzzonej odległości i ustawimy w środku, wyznaczonym w ten sposób, tyczkę. Tyczka pierwsza i druga leżą na linii południowej.

Przy użyciu stolika poleca się wykreślić koła spółśrodkowe wówczas, gdy po przyjsciu na miejsce obserwacji poznamy długość cienia. Kreślimy kilka kół o promieniach, nieco krótszych od długości cienia.

Ponieważ w toku obserwacji stolik może być poruszony, więc dobrze byłoby wetknąć w róg stolika igłę pomocniczą i ustawić na przedłużeniu prostej, łączącej dwie igły, tyczkę. Od czasu do czasu winniśmy, patrząc przez igły, sprawdzać, czy stolik się nie poruszył, co stwierdzimy jeżeli spostrzeżemy, że tyczka nie stoi na linii igieł. Należy wówczas obrócić ostrożnie stolik na statywie o tyle, by linja igieł została znów skierowana na tyczkę.

Lekcja IX.

Przyrządy: tyczki, taśma i szpilki.

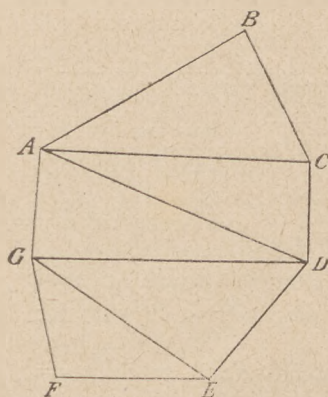
Pomiar linjowy i sporządzanie szkicu mierzonego obszaru.

Przypuśćmy, że pomiarowi podlega pewna figura $ABCDEFGG$ terenu. Najprostszym sposobem zmierzenia obszaru, ograniczonego punktami A, B, C, D, E, F, G , jest utworzenie siatki trójkątów ABC, ACD, ADG, GDE i GEF (patrz rys. 50), lub też utworzenie siatki trójkątów zapomocą połączenia jednego wierzchołka, np. G , z pozostałemi (rys. 51). Takie połączenie na lewym rysunku jest częściowo dokonane, gdyż punkt A jest połączony z punktami B, C, D, G .

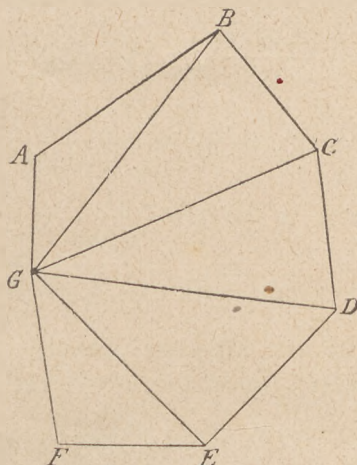
Metoda pomiaru obszaru zapomocą podziału na trójkąty nazywa się triangulacją linjową.

Mierzymy dwukrotnie długości wszystkich boków każdego Δ -a, celem uniknięcia grubych błędów pomiaru. Ostateczne wy-

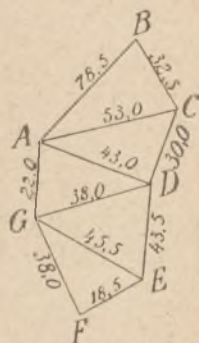
niki zaokrąglimy do 0,5 metra. Przy pomiarze sporządzamy odrębny szkic, na którym wypisujemy długości wszystkich boków (patrz rys. 52).



Rys. 50.



Rys. 51.



Rys. 52.

Skala i podziałka.

Podziałką nazywamy linijkę, podzieloną na centymetry i milimetry, lub inne miary.

Skalą planu nazywamy stosunek długości pewnego odcinka planu do odpowiedniego odcinka terenu. Tak np., długość ściany budynku wynosi 13,5 milimetrów; jeżeli teraz zmierzmy długość tej ściany w terenie i otrzymamy 13,5 metra, wówczas skalą planu będzie

$$\frac{13,5 \text{ milimetra}}{13,5 \text{ metra}} = \frac{13,5 \text{ milimerta}}{13500 \text{ milimetrów}} = \frac{1}{1000}.$$

Gdyby długość ściany wyniosła nie 13,5 metra, a np. 27 metrów, wówczas skalą planu byłby ułamek

$$\frac{13,5}{27 \times 1000} = \frac{1}{2000}$$

Taki ułamek, zwany skalą, oznacza, że dowolnej długości na planie odpowiada długość prawdziwa, 2000 razy większa.

Przypuśćmy, że pewna długość, równa, np., 56,5 metra, ma być przedstawiona na planie w skali 1 : 5000.

Ponieważ 56,5 metra = 56500 milimetrów, więc odpowiedni odcinek planu będzie równy:

$$\frac{56500}{5000} = 11,3 \text{ milimetra.}$$

Plany są sporządzane w skalach: $\frac{1}{1000}$, $\frac{1}{2000}$, $\frac{1}{5000}$, $\frac{1}{10000}$;

mapy topograficzne w skalach: $\frac{1}{25000}$, $\frac{1}{50000}$, $\frac{1}{100000}$, $\frac{1}{300000}$

i t. p. Jeżeli na mapie, wykonanej w skali $\frac{1}{100000}$, zmierzymy

podziałką milimetrową odległość między dwiema wioskami i otrzymamy 12,5 milimetra, to w rzeczywistości odległość ta wyniesie:

$$\begin{aligned} 12,5 \text{ milimetra} \times 100000 &= 12,5 \text{ metrów} \times 100 = 1250 \text{ metrów} = \\ &= 1\frac{1}{4} \text{ kilometra.} \end{aligned}$$

Na każdej mapie i każdym planie jest wypisana skala, w której wykonano mapę, czy plan. Mając zatem linijkę milimetrową, łatwo wyznaczać odległości między punktami z planu, czy mapy.

Wykreślenie sieci Δ -ów.

Za skalę planu dla małego obszaru obieramy 1 : 1000.

W środku papieru, na którym mamy kreślić sieć trójkątów (patrz rys. 53), kreślimy dowolną prostą i odcinamy na niej odcinek AD (wzięty w skali planu) zapomocą podziałki milimetrowej. Końce odcinka oznaczamy: lewy literą a , prawy d . Bierzemy odcinek ac , odpowiadający w skali rysunku długości AC , i zataczamy z punktu a promieniem ac łuk. Z punktu d zatoczmy łuk promieniem dc . W przecięciu zakreślonych łuków otrzymujemy punkt c .

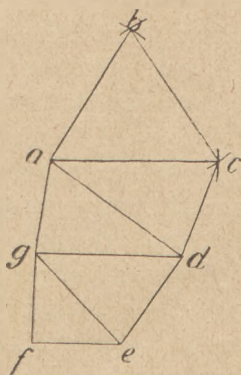
Z punktu c zataczamy następnie łuk promieniem cb , z punktu zaś a — promieniem ab .

W przecięciu się otrzymujemy punkt b . Podobnie zbudujemy punkty g , e , f . Figura $abcdefg$ jest planem figury $ABCDEFG$.

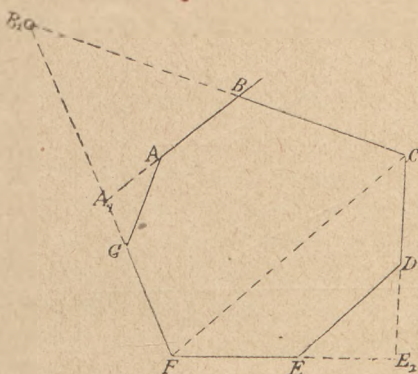
Przy wykreślaniu należy zwracać uwagę, z której strony prostej ma być położony wykreślany punkt: z lewej, czy z prawej.

Jeżeli teren wewnątrz figury nie nadaje się do pomiaru długości, to postępujemy nieco inaczej (rys. 54).

Przedłużamy boki FE i CD do przecięcia się w punkcie E_1 , oraz CB i FG do przecięcia się w B_1 . Otrzymamy wtedy 2 Δ -ty



Rys. 53.



Rys. 54.

FCE i FCB_1 , w których nie ma zbyt ostrych kątów. Jeżeli dalej przedłużymy bok BA do przecięcia się z GB_1 w punkcie A_1 i następnie zmierzmy długości FC , $CE_1 = CD + DE_1$, $FE_1 = FE + EE_1$, $CB_1 = CB + BB_1$, $FB_1 = FG + GA + A_1B_1$ oraz AA_1 , wówczas otrzymamy wszelkie podstawy do wykreślenia planu danej figury; mianowicie, na dowolnej prostej na planie od punktu F , na niej obranego, odcinamy, w skali planu, FC i, mając boki CE_1 i FE_1 , wyznaczamy E_1 . Następnie na otrzymanej prostej CE_1 odcinamy CD i na prostej FE_1 odcinamy FE . W ten sposób, po połączeniu punktów $CDEF$, otrzymujemy część naszej figury na planie.

Podobnie: na boku FC budujemy ΔFCB_1 i na boku CB_1 , odcinamy długość CB w skali planu, na boku zaś FB_1 odcinamy FG i po wyznaczeniu p. G odcinamy od niego GA_1 , na tej samej prostej.

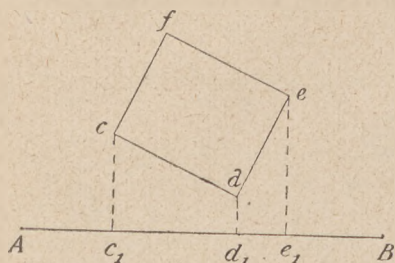
Łącząc punkty A_1 i B , otrzymujemy na planie prostą A_1B na której od p. A_1 odcinamy długość A_1A . Otrzymane punkty G , A i B łączymy w odpowiedni (jak w terenie) sposób, zamykając na planie figurę $ABDEFG$.

Pomiar metodą rzutowania.

Przypuśćmy, że przy prostej AB terenu jest położony dom $CDEF$, który również należy wykreślić na planie (rys. 55).

Określimy położenie tego domu w stosunku do prostej AB .

Gdybyśmy musieli spuścić prostopadłą z punktów c, d i e na prostą AB , to wówczas położenie punktu c byłoby określone od-



Rys. 55.

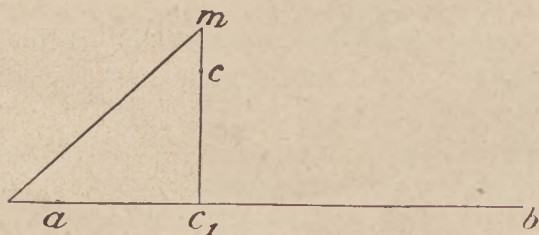
cinkami AC_1 i cc_1 . Mianowicie (rys. 56) na planie od punktu a odcielibyśmy Ac_1 , w skali planu, jedną przyprostokątną drewnianej ekierki ułożylibyśmy wzdłuż boku ab tak, aby wierzchołek kąta prostego trójkąta znalazł się ściśle przy punkcie c_1 , i wzdłuż przyprostokątnej $c_1 m$ trójkąta wykreślilibyśmy prostą. Na tej prostej od punktu c_1 odłożylibyś-

my odcinek $c_1 c$ w skali planu.

Podobnie nakreślilibyśmy punkty d i e .

Później, mając boki cf i fe zmierzone, zatoczylibyśmy na planie przy punkcie c łuk promieniem cf w skali planu, i przy punkcie e — łuk promieniem ef . W przecięciu się łuków otrzymamy punkt f .

Cała trudność polega na zbudowaniu w terenie prostopadłej cc_1 . Ułożymy przy pomiarze taśmę na ziemi na linii AB na-



Rys. 56.

przeciwko punktu C . Ponieważ prostopadła, spuszczone z punktu c na prostą AB , jest najkrótszą odległością tego punktu od prostej, więc zużytkujemy tę własność do spuszczenia prostopadłej. Jeden z uczniów trzyma początek tasiemki płóciennej przy

punkcie c , drugi, stojąc przy taśmie na AB , wyciąga ją zlekka i, przesuwając ją wzdłuż taśmy AB , znajduje na niej taki punkt, od którego punkt C jest oddzielony najmniejszym odcinkiem taśmki. Ten punkt na taśmie jest właśnie punktem C_1 .

Odczyt, wzięty z taśmy, daje odcinek AB , odczyt z taśmki — CC_1 .

Wskazówki metodyczne.

Najlepiej zacząć ćwiczenie od najprostszej figury, np. prostokątnego podwórka lub klasy, ustawiając w narożnikach tyczki i mierząc boki dwu trójkątów, na które można podzielić daną figurę. Dla wprawy można oddzielnie zastosować pomiar metodą rzutowania do jednego lub kilku boków trójkątów. Pomiar metodą rzutowania można stosować przy zdjęciu szczegółów, położonych bliżej niż o 20 metrów od linii pomiarowej.

Lekcja X.

Przyrządy: busola.

Orientowanie planu.

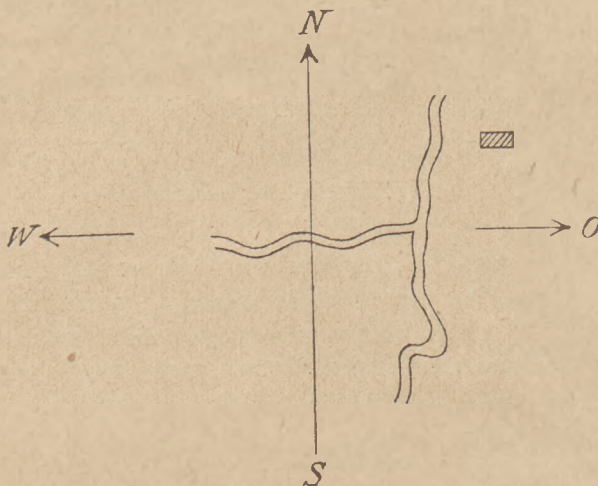
Przy sporządzaniu szkiców polowych planów i map, należy znać położenie linii południowej w terenie, ażeby linję tę można było następnie wykreślić na papierze i ułożyć rysunek szczegółów w taki sposób w stosunku do tej linii, jak to się dzieje w terenie.

Określenie położenia szczegółów w stosunku do stron świata — nazywamy orientowaniem.

Tak, np., mając plan terenu, na którym jest wykreślony kierunek północy N , możemy powiedzieć, że dany domek (rys. 57) jest położony na wschód od rzeczki, strumyk zaś płynie z zachodu i ujście jego znajduje się na południe od domku.

Strony świata oznaczamy literami: N (północ), S (południe), O (wschód), W (zachód).

Jeżeli będziemy mogli określić położenie każdej linii terenu w stosunku do kierunku północnego, wówczas łatwo będzie uło-



Rys. 57.

żyć odpowiednio tę linię i na planie w stosunku do kierunku południe-północ.

Azymut geograficzny i magnetyczny.

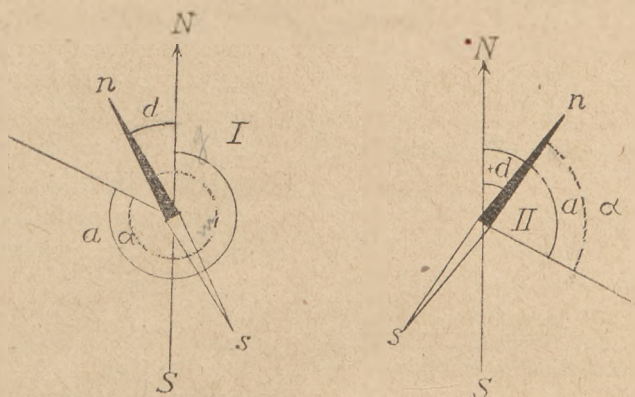
Azymutem nazywamy kąt, zawarty między północnym kierunkiem południka, a kierunkiem danej prostej. Gdy za podstawę do wyznaczania azymutów obieramy południk geograficzny, wówczas otrzymujemy azymuty geograficzne; gdy zaś określamy azymut w zależności od kierunku południka magnetycznego, t. j. kierunku płaszczyzny pionowej, przechodzącej przez oś igły magnetycznej, wówczas jest to azymut magnetyczny.

Azymuty magnetyczne liczymy od północnego końca igły na prawo od 0° do 360° , geograficzne — od kierunku północy geograficznej w prawo od 0° do 360° .

Na rysunku azymuty geograficzne są zakreślone łukami ciągłymi, magnetyczne przerywanymi. Na lewym rysunku są oznaczone azymuty prostej, idącej od środka igły w lewo ku górze, na prawym — w prawo ku dołowi.

Deklinacją lub zboczeniem magnetycznym nazywamy kąt między południkiem geograficznym a magnetycznym.

Jeżeli północny koniec igły magnetycznej odchyła się na zachód od południka geograficznego, wówczas deklinacja jest zachodnią, a wartość jej jest ujemna; gdy północny koniec igły magnetycznej jest zwrócony na wschód od południa geograficz-



Rys. 58.

nego, deklinację nazywamy wschodnią, wartość zaś jej jest dodatnia.

Rysunek 58 (I) przedstawia deklinację d zachodnią (kierunek południka geograficznego jest oznaczony literami SN , t. j. południe-północ, południk zaś magnetyczny jest oznaczony przez oś igły magnetycznej sn), rys. II-gi przedstawia deklinację wschodnią. Azymut geograficzny oznaczono na rysunku literą a , magnetyczny literą α .

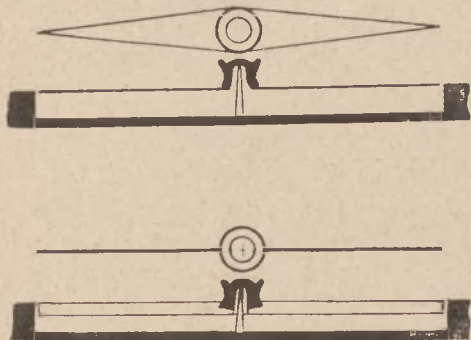
Busole.

Busole i kompasy są przyrządami, służącymi do określania azymutów magnetycznych. Składają się z koła z podziałem na stopnie, oraz igły magnetycznej, osadzonej na ostrzu, ustawionem w środku koła podziałowego. Pudełko busoli nie może zawierać części żelaznych lub stalowych.

Igły magnetyczne mają najczęściej kształt rombu lub prostokąta; na rys. 59 są przedstawione dwie igły, obydwie w planie i przekroju. Igła jest osadzona na wystającym z denka busoli ostrzu. W tym celu nad otworem w środku igły jest nasadzony czopek, wewnątrz którego znajduje się agat z wydrążeniem w kształcie stożka; igła opuszcza się na ostrze tem właśnie wy-

drażeniem i, dzięki twardości agatu, tarcie igły przy obrocie do koła ostrza jest minimalne.

Ponieważ igła magnetyczna wychyla się od poziomu ku dołowi (zawieszona na nitce tworzy z poziomem kąt, zwany inklinacją) na naszej półkuli północnym końcem, przeto takie wychylenie usuwa się zapomocą wydłużenia południowej części igły lub nałepienia na koniec południowy wosku w ilości, niezbędnej dla sprowadzenia igły do poziomu.



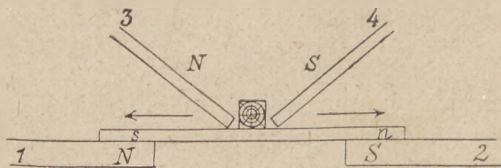
Rys. 59.

Wymiary pudełka busoli, a więc i koła, podzielonego na stopnie, są różne; im większy jest promień koła, tem dokładniej można

określić położenie końca igły w stosunku do stopni podziału.

Dokładność odczytu z podziału na kole busoli zależy również od stopnia namagnesowania igły; igła dostatecznie namagnesowana, po wyprowadzeniu jej z płaszczyzny południka magnetycznego, po kilku wahnięciach ustawia się w płaszczyźnie tego południka; natomiast igła słabo namagnesowana waha się bardzo długo. Z tego względu należy igłę od czasu do czasu magneso-

wać zapomocą czterech magnesów. Na 1-ym i 2-im magnesie, zwróconych ku sobie biegunami *N* i *S*, układamy igłę tak, aby biegun *S* leżał na magnesie 1-ym, *n* zaś na magnesie drugim; następnie na igle ustawiamy magnesy 3-ci i 4-ty, dotykające igły: 3-i



Rys. 60.

biegunem *N*, 4-y biegunem *S*; pociągamy 3-im i 4-ym magnesem od środka igły ku końcom kilkakrotnie, dopóki igła nie namagnesuje się dostatecznie. Możemy również namagnesować igłę, układając ją wewnątrz cewki z cienkiego drutu, przez który przepuszczamy prąd elektryczny.

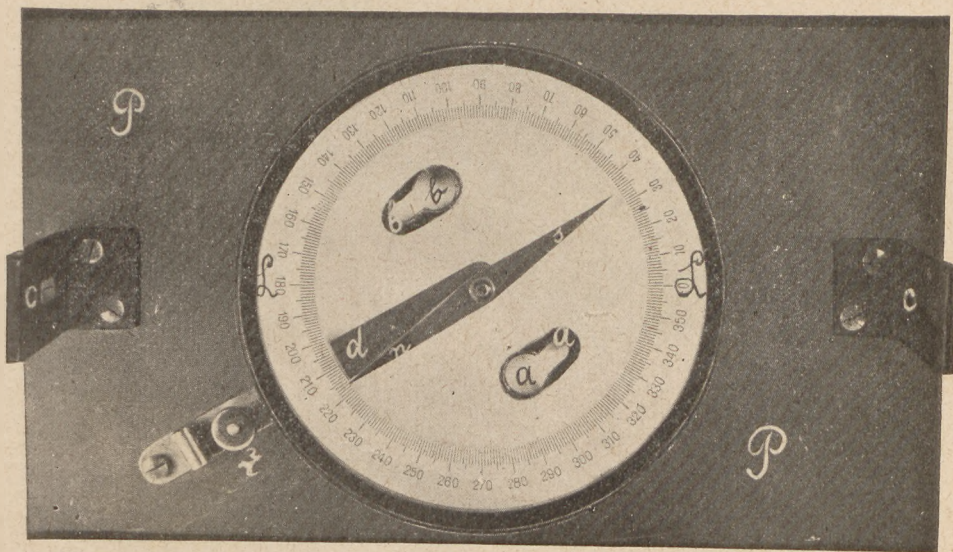
Płaszczyzna południka magnetycznego, przechodząca przez środek igły, przecina igłę wzdłuż prostej, zwanej osią magnetyczną; oś magnetyczna powinna kryć oś geometryczną igły, t. j. prostą, łączącą jej końce.

Do najczęściej stosowanych typów należą — kompas kieszonkowy, busola Schmalkaldera, busola Bézarda oraz busola z przeziernikami.

Kompas kieszonkowy jest przyrządem ogólnie znanym; rozpatrzmy busolę z przeziernikami.

Busola z przeziernikami.

Z płytką *P* (rys. 61) łączą się dwa przezierniki *c* (każdy z nich posiada szparę dla oka i włosień przedmiotowy), koło metalowe *L*, podzielone na 360° , i igła magnetyczna *ns*, osadzona na ostrzu, znajdującem się ściśle w środku tego koła. Szpary i włosienie przezierników oraz kreski 0° i 180° podziałki koła busoli znajdują się w płaszczyźnie, prostopadłej do płaszczyzny koła busolowego i przechodzącej ściśle przez środek igły magnetycznej.



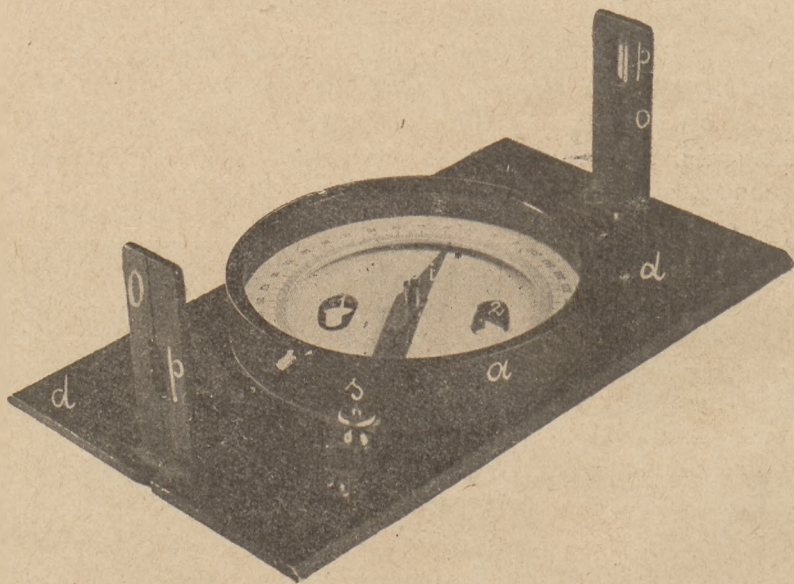
Rys. 61.

Cyfry na kole busolowem rosną w lewo, t. j. w kierunku, przeciwnym kierunkowi ruchu wskazówki zegara, umieszczonego nad środkiem igły.

Północny koniec igły jest oznaczony czarnym lub niebieskim kolorem.

Na zewnątrz pudełka busoli znajduje się śrubka z.

Obrót tej śrubki w kierunku ruchu wskazówki zegara powoduje opuszczenie igły magnetycznej na ostrze; wówczas igła zaczyna się wahać i ustawi się wreszcie w kierunku południka magnetycznego. Obrót zaś śrubki w kierunku, przeciwnym do ruchu wskazówki zegara ma ten skutek, że igła zostaje podniesiona ku górze i przyciśnięta do szklanej przykrywki pudełka.



Rys. 62.

Rys. 61 przedstawia busolę, widzianą z góry, zaś na rys. 62 widzimy busolę z boku.

Przezierniki są dobrze widoczne na rys. 62; mianowicie: z prawej strony widzimy przeziernik przedmiotowy u góry, w postaci włosienia w wąskim okienku; poniżej zaś znajduje się szpaar

przeziernika ocznego; na lewej listewce u góry jest szpara oczna, zaś u dołu — włosień przeziernika przedmiotowego.

Przy pomiarze azymutu należy igłę uruchomić, po ukończeniu pomiaru — przycisnąć do szkła. Busola może być połączona z drewnianym walcem; w tym celu na dnie busoli znajdują się dwa otwory *a, b*, zwężające się w przeciwnych kierunkach. Do drewnianego walca u góry są wkrecone dwie śrubki, które przechodzą łatwo przez szersze końce otworów denka busoli. Dokonanie wówczas małego obrotu busoli wprowadza śrubki do wąskich części otworów — i w ten sposób walec zostaje złączony z busolą. Wtedy można walec z busolą osadzić na statywie i busola stanowi wówczas samodzielny przyrząd.

Użycie busoli.

Busola powinna być spoziomowana na statywie. Znajdzie to wówczas, gdy końce zwolnionej igły magnetycznej znajdą się przy kole podziałowym busoli, t. j. będą leżały w płaszczyźnie tego koła.

Skoro ustawimy busolę ze statywem nad punktem początkowym prostej, wówczas zapomocą obrotu drewnianego walca na statywie skierujemy przeziernik przedmiotowy (znajdujący się obok 0° busoli) na tyczkę, ustawioną na końcu mierzonej prostej. Ustawienie będzie dobre, gdy, patrząc przez szparę przeziernika ocznego, spostrzeżemy, że włosień przeziernika przedmiotowego zakrywa tyczkę.

Zwolnimy wtedy igłę magnetyczną, zaczekamy, aż się przestanie wahać, i wówczas zanotujemy liczbę z koła przy czarnym (północnym) końcu igły. Odczyt ten, wzięty z dokładnością do 1° , jest azymutem magnetycznym danej linii (azymut prosty).

Jeżeli teraz przeniesiemy busolę na koniec danej prostej i zmierzmy azymut tej samej prostej, ale w przeciwnym zwrocie, wówczas ten nowy, t. zw. odwrotny azymut, powinien się różnić od azymutu pierwotnego o 180° .

Tak więc, gdy azymutem pierwotnym jest 211° , wówczas odwrotny będzie równy 31° i t. p.

Wskazówki metodyczne.

Każdy uczeń powinien ustawić busolę i odczytać azymuty kilku dowolnych kierunków. Oswojenie ucznia z użyciem busoli jest rękomią należytego zainteresowania go dalszemi zagadnieniami. Azymuty, zaobserwowane w polu, posłużą jako materiał do wykreślenia w klasie położenia mierzonych prostych.

Lekcja XI.

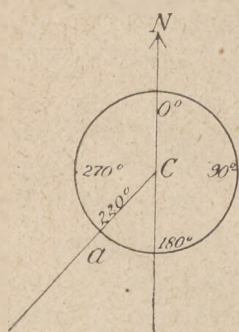
Przyrządy: linjał, trójkąt, przenośnik (kątomierz) papierowy, celuloidowy lub metalowy.

Wykreślenie kierunków o znanych azymutach.

Ażeby nakreślić jakąkolwiek prostą o danym azymucie, należy przedewszystkiem mieć wykreślony kierunek północy.

Zwykle kierunek ten jest przedstawiony zapomocą prostej, skierowanej ku górze równoległe do brzegów zeszytu lub arkusza i oznaczonej u góry strzałką. Strzałka oznacza kierunek północy.

Azymutem jest kąt, liczony od kierunku północy w prawo od 0° do 360° . Ponieważ przenośnik zawiera podział od 0° do 180° , więc dogodniejsze do wykreślenia azymutów byłoby koło, podzielone na 360° , w środek którego byłaby wetknięta igła.



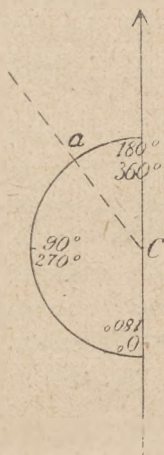
Rys. 63.

Gdyby tę igłę wetknąć w dowolny punkt południka na planie (t. j. prostej, przedstawiającej kierunek północy), zero zaś stopni podziału koła umieścić ściśle na południku w kierunku północy (pomiędzy środkiem koła a strzałką), wówczas kreślenie kierunku o danym azymucie nie nasuwałoby trudności.

A więc wtedy (rys. 63) prosta o azymucie, np., 220° przechodziłaby przez środek przenośnika C i punkt a, oznaczony ołówkiem na obwodzie przenośnika przy kresce, odpowiadającej 220° .

Po odsunięciu przenośnika przyłożylibyśmy linijkę ściśle do punktów C (nakłucie igły) i a i nakreślilibyśmy ołówkiem prostą Ca, przedłużając ją nieco poza punkt a.

Przy użyciu przerośnika o kształcie półkola należy pod liczbami $0^\circ, 10^\circ, 20^\circ \dots 150^\circ, 160^\circ, 170^\circ, 180^\circ$ dopisać innym kolorem liczby o 180° większe, mianowicie: $180^\circ, 190^\circ, 200^\circ \dots 330^\circ, 340^\circ, 350^\circ$ i 360° . Mniejsze liczby posłużą do wykreślenia azymutów, mniejszych od 180° , większe — do azymutów, zawartych między 180° a 360° .

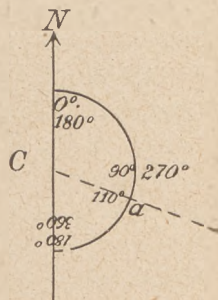


Rys. 65.

Tak, np., wykreślenie azymutu 110° mamy przedstawione na rysunku 64, jako wykreślenie prostej Ca . Punkt C jest środkiem przerośnika, a zaś punktem, oznaczonym na papierze przy 110°

przerośnika, ułożonego w taki sposób, że prosta $0^\circ - 180^\circ$ jest przyłożona do południka, 0° leży między strzałką i środkiem C przerośnika, a sam przerośnik leży z prawej strony południka.

Wykreślenie prostych o azymutach, większych od 180° , wymaga ułożenia przerośnika z lewej strony południka w ten sposób, aby pierwsza i ostatnia kreska podziału leżały na południku, ostatnia zaś była położona bliżej strzałki. Prosta o azymucie 330° jest przedstawiona na rysunku 65 jako Ca .



Rys. 64.

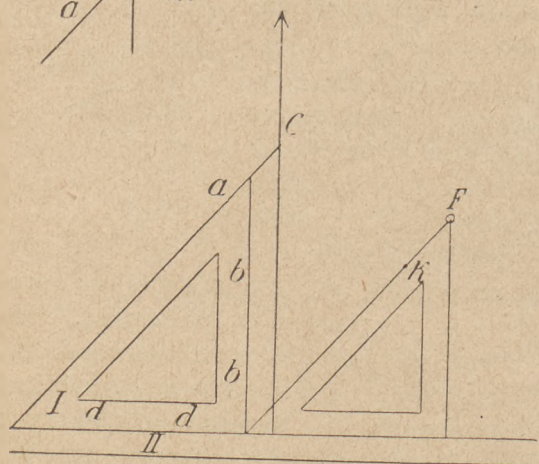
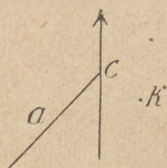
Wykreślenie prostej, przechodzącej przez dany punkt, gdy jest dany azymut tej prostej.

Przypuśćmy, że przez punkt k (rys. 67) leżący nazewnątrz wykreślonego południka, należy poprowadzić prostą o danym azymucie. Powyżej wskazanym sposobem zapomocą przerośnika wykreślamy kierunek Ca (rys. 66, 67), o danym azymucie. Należy przeprowadzić przez k prostą, równoległą do Ca , gdyż równoległe proste tworzą z dowolną trzecią (np. południkiem) równe kąty.

Ażeby przez k poprowadzić równoległą do Ca , przykładamy przeciwprostokątną ekierki do prostej Ca lub jej przedłużenia. Przykładamy linję do jednej z przyprostokątnych ekierki, tej mianowicie, wzdłuż przedłużenia której możemy przesunąć ekierkę,

tak, aby przeciwprostokątna przeszła

Rys. 66.



Rys. 67.

przez k . Na rys. 67 przykładamy linję II do przyprostokątnej dd , przesuwamy ekierkę wzdłuż linii, utrzymywanej nieruchomo, do czasu, gdy dosuniemy przeciwprostokątną do k . Przyłożenie linji do boku bb chybienia w tym wypadku celu.

Pozostaje, wzdłuż przeciwprostokątnej nakerślić przez k prostą w lewo ku dołowi, a nie w kierunku przeciwnym. Azymut tej prostej jest równy danemu.

Wskazówki metodyczne.

Należy dać każdemu uczniowi kilka zadań ostatniego typu. Wprawa w wykonaniu tego ćwiczenia ułatwi dalszą pracę. Poszczególne zadania różnić się będą wielkością azymutów, położeniem punktu k , sposobem przesuwania ekierki wzdłuż linii i t. p. Może zajść potrzeba dokonania dwu równoległych przesunięć.

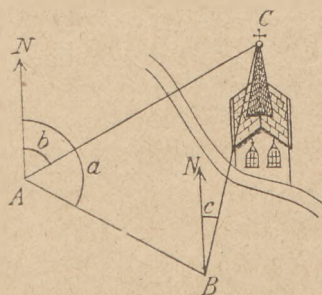
Lekcja XII.

Przyrządy: busola ze statywem, kilka tyczek.

Określenie niedostępnej odległości.

Przypuśćmy, że należy wyznaczyć (rys. 68) odległość od punktu A do punktu C , jeżeli punkty te są przedzielone przeszkodą, np. rzeką. Obieramy pomocniczy punkt B , z którego widać punkt C (np. krzyż na kościele), przytem punkt B , powi-

nien odpowiadać następującym warunkom: 1) pomiar odległości AB winien być możliwy, 2) trójkąt ABC będzie zbliżony do równobocznego, lub też, gdyby to było niemożliwe, do równoramiennego. Po obraniu punktu pomocniczego B , mierzymy taśmą długość



Rys. 68.

boku AB , oraz azymuty: 1) w punkcie A : kierunków AB i AC , które oznaczmy literami a i b (np. 80° i 140°), 2) w punkcie B : kierunku BC , który oznaczmy literą c . Po dokonaniu tych pomiarów, kreślimy na papierze kierunek południka (rys. 69) i, przykładając do niego przenośnik linią $0^\circ - 180^\circ$, wykreślamy kierunki o azymutach a , b i c . Punkt O oznacza środek przenośnika.

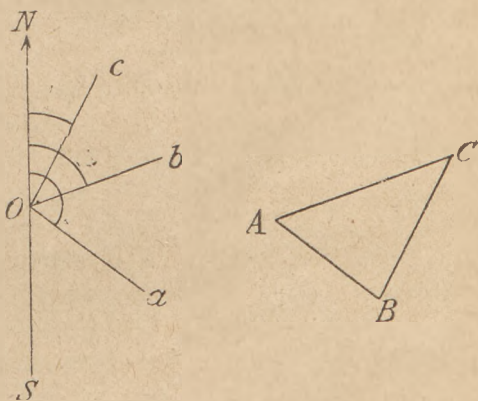
Następnie obieramy na papierze dowolnie punkt A , prowadzimy równoległą AB do Oa i w skali, np., $1:5000$ (1 cm. na planie = 50 metrom terenu) odcinamy zmierzoną długość AB .

Następnie przez punkt A kreślimy AC równoległą do Ob , i przez punkt B prostą BC równoległą do Oc .

W przecięciu się tych prostych leży punkt C .

Odległość AC mamy więc na planie, mamy też i skalę planu, np. $1:5000$. Jeżeli tedy AC na planie przypuścimy wyniosło, $15,4\text{ cm}$, wówczas długość AC w terenie wynosi $15,4\text{ cm} \times 5000 = 770\text{ m}$.

Analogicznie wyznaczamy rzut poziomy odległości do punktu na pochyłości.



Rys. 69.

Wskazówki metodyczne.

Prostą AB należy tak obierać, aby kąty CAB i CBA były możliwie bliskie równości i aby prosta AB była 1) dogodna do pomiaru i 2) dostatecznie długa. Znajdzie to wówczas, gdy ką-

ty CAB i CBA będą się wahały w granicach od 60° do 80° . Należy unikać tworzenia trójkąta, np., ABC o kącie C , mniejszym od 20° . Kąt ten da najdokładniejsze rozwiązanie wtedy, gdy jest zawarty w granicach 30° — 120° .

Przy pomiarze w punkcie B azymutu prostej BA należy go porównać z azymutem prostej AB , zmierzonym w punkcie A .

Te dwa azymuty powinny się różnić o 180° , o ile nie brać pod uwagę błędów pomiaru, które mogą sięgać $1\frac{1}{2}^\circ$.

Lekcja XIII.

Przyrządy: busola, tyczki, taśma, szpilki.

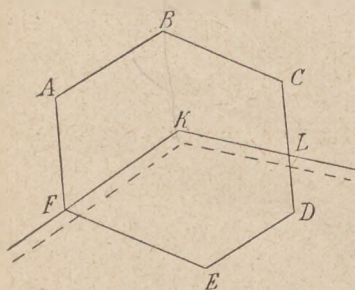
Pomiar busolowy niewielkiego obszaru płaskiego.

Przypuśćmy, że pomiarowi podlega niewielki obszar, ograniczony prostymi AB , BC , CD , DE , EF , FA (rys. 70).

Obszar ten przecina droga.

W celu sporządzenia planu tego obszaru należy dokonać pomiaru. W narożnikach mierzonej figury $ABCDEF$ wbijamy paliki.

Pomiar rozpoczniemy od dowolnego punktu, np. A . W punkcie tym ustawimy busolę i zmierzmy azymut a_1 prostej AB ; zmierzmy długość AB . Przeniesiemy busolę do punktu B , zmierzmy azymut a_2 prostej BC , oraz zmierzmy dla sprawdzenia azymutu a_1 odwrotny azymut prostej BA , który powinien się różnić od a_1 o 180° . Mierzmy długość boku BC , następnie azymut i długość CD , azymut i długość DE , EF i wreszcie FA . Jednocześnie sprawdzamy odwrotne azymuty. W ten sposób granice obszaru zostały zmierzone.



Rys. 70.

Pozostaje zmierzyć drogę FKL .

W tym celu ustawiamy na założeniu drogi tyczkę K oraz tyczkę L na prostej CD . Mierzmy długości FK , KL i CL , oraz azymuty prostych FK i KL , a także szerokość drogi.

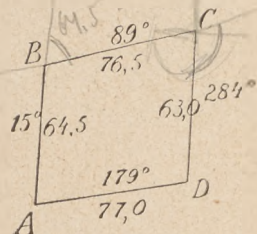
W ten sposób pomiar obszaru jest ukończony.

Wskazówki metodyczne.

Liczba załamania obranego przez nas wieloboku powinna być niewielka. Wystarczy 4 — 5 załamania. Uczniów trzeba podzielić na 3 grupy: jedna będzie wytyczała proste, druga będzie mierzyła długości, trzecia azymuty. Grupy należy kolejno zmieniać. Dogodniej jest zmierzyć trzy czworoboki; wtedy każda grupa dłuższy czas wykonywać będzie swe prace — np. w I-ym czworoboku pomiar azymutów, w II-im tyczenie, w III-im pomiar długości.

Grupa przy busoli prowadzi cały pomiar, a więc szkicuje i notuje wyniki.

Na szkicu (rys. 71) przy każdym boku zapisujemy azymut i długość boku. Szkic powinien być czytelny i podobny do figury w terenie.



Rys. 71.

Ponadto jeden z uczniów grupy przy busoli zapisuje wyniki pomiaru, jak np.:

Prosta	A z y m u t		Średni azymut	Długość
	prosty	odwrotny		
BC	88°,5	269°,5	89°	76,5
CD	284°	104°	284°	63,0
— —	— —	— —	— —	— —

Jest to t. zw. protokół pomiaru busolowego.

Lekcja XIV.

Przyrząd y: przenośnik, trójkąt, liniał.

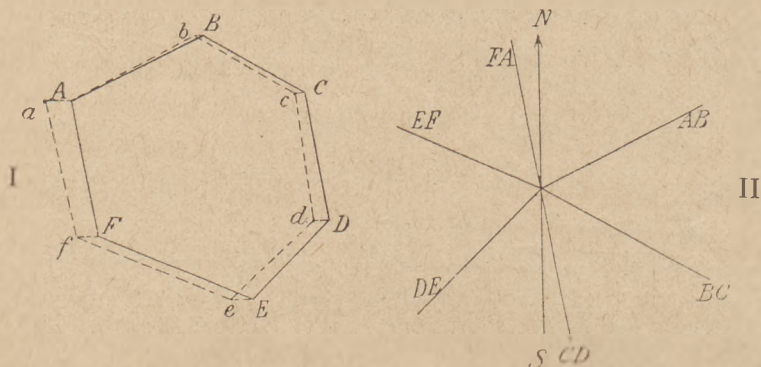
Wykreślenie planu sytuacyjnego.

Wykreślimy na arkuszu papieru południk równoległe do brzegów arkusza i przy dowolnym jego punkcie nakreślimy proste o azymutach, równych azymutom wszystkich zmierzonych w terenie boków (prawa część II rys. 72). Obieramy następnie na oko

punkt A na danym arkuszu w ten sposób, aby cały rysunek zmieścił się na papierze (rys. 72 I).

Przez punkt A kreślimy równoległą do prostej (AB) ; patrz rysunek II. Na tej równoległej odcinamy w skali rysunku długość AB i na końcu odcinka oznaczamy punkt b . Przez punkt b kreślimy równoległą do prostej o kierunku BC , wykreślonej na rys. II, i na niej odcinamy długość BC w skali rysunku. Tak kolejno wykreślimy odcinki bc , cd , de , ef i fa .

Ostatni wykreślony punkt a powinien znaleźć się w punkcie A ; jednak ze względu na błędy pomiaru i kreślenia, punkt a odchylił się od A o pewien odcinek aA , zwany *odchyłką linjową*.



Rys. 72.

Przy starannym pomiarze i wykreślaniu, wielkość tej odchyłki nie powinna być większa od $\frac{1}{40}$ długości obwodu wykreślonej figury.

Przez punkty b , c , d , e i f kreślimy odrębnie krótkie proste, równoległe do aA .

Mierzymy milimetrówką wielkość odchyłki — przypuśćmy, że otrzymaliśmy 12 milimetrów. Podzielimy je przez liczbę wierzchołków — w danym przykładzie 6, a otrzymamy dwa milimetry. Jest to część odchyłki, o którą zwiększa się stopniowo błąd rysunku. Należy tedy na równoległych do aA , poprowadzonych przez wszystkie wierzchołki, odłożyć:

- 1) odcinek bB , równy 2 milimetrom;
- 2) " cC , " 4 "
- 3) " dD , " 6 "
- 4) " eE , " 8 "
- 5) " fF , " 10 "

Ostatecznem położeniem wieloboku będzie więc $ABCDEF$.
 Ten obwód wykreślimy ołówkiem, obwód zaś $abcdef$ —
 wycieramy gumą, jako już zbędny.

Wskazówki metodyczne.

Należy unikać wieloboków o zbyt wielkiej ilości wierzchołków. Ćwiczenie to można powtórzyć dwukrotnie: za pierwszym razem dla czworoboku, za drugim, np., dla pięcio lub sześcioboku.

Lekcja XV.

Przyrządy: Statyw i stolik firmy Uranja, tyczki.

Stolik mierniczy.

Cały przyrząd składa się z statywu i drewnianej płyty stolikowej, osadzonej na statywie zapomocą wydrążonego wewnątrz drewnianego walca (rys. 73). Wydrążenie walca ma kształt i wymiary stożka, takiego samego, jakim jest metalowy trzpień statywu.

Przed jakimikolwiek czynnościami na stoliku należy zapomocą odpowiedniego pochylenia trzpienia doprowadzić do poziomego położenia górnej płaszczyzny płyty stolikowej.

Na otwartym terenie łatwo ustalimy, czy płyta stolikowa jest spoziomowana; wystarczy spojrzeć wzdłuż górnej powierzchni płyty: jeżeli przedłużenie płyty przechodzi przez widnokrąg — oznacza to, iż płyta jest spoziomowana. Górna powierzchnia płyty powinna być płaszczyzną; sprawdzamy to w ten sposób, że przyłożymy do niej ściętą krawędź linjału, ustawionego prostopadle do płyty.

Krawędź linjału powinna szczelnie przylegać do płyty. *Alhidade* (rys. 74) jest parą przezierników, osadzonych na dłuższym linjale tak, aby ścięty brzeg linjału był równoległy do płaszczyzny, przechodzącej przez przezierniki.

Przezierniki mogą być osadzone na stałe prostopadle do dolnej płaszczyzny linjału; mogą być jednak składane; wówczas

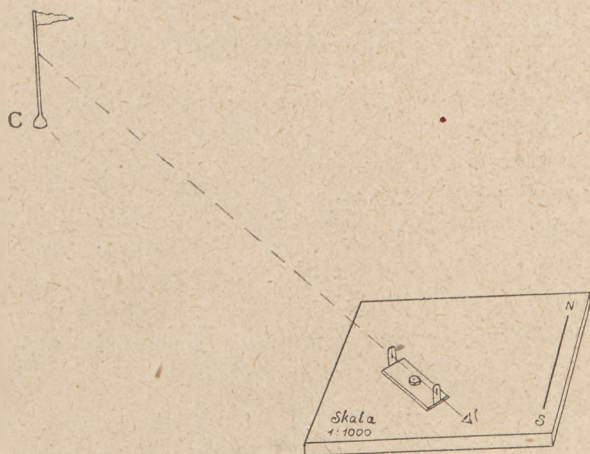
każdy przeziernik może być położony na linjale, a w razie potrzeby podniesiony do położenia, prostopadłego do dolnej powierzchni linjału.



Rys. 73.

Alhidada z libelą pudełkową jest przedstawiona na rys. 74; oko umieszczone jest za przeziernikiem ocznym; alhidada jest uło-

żona w ten sposób, że przedłużona płaszczyzna przezierników
ocznego i przedmiotowego przechodzi przez tyczkę, ustawioną
pionowo w punkcie C .

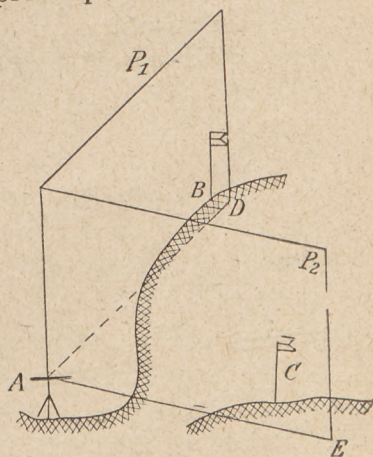


Rys. 74.

Kąt poziomy.

Wyobraźmy sobie, że przez trzy punkty A, B, C poprowadzi-
liśmy dwie pionowe płaszczyzny P_1 i P_2 , przechodzące: pierwsza
przez punkt A i tyczkę B , druga — przez punkt A i tyczkę C .
Jeżeli nad punktem A ustawimy sto-
lik i spoziomujemy jego płytę, wów-
czas przedłużona powierzchnia tej
płyty przetnie płaszczyzny P_1 i P_2
wzdłuż prostych AD i AE . Kąt
 DAE nazywamy kątem poziomym;
kąt ten jest rzutem poziomym kąta
 BAC .

Nigdy nie mierzymy samego
kąta BAC , a zawsze jego rzut po-
ziomy DAE . Płaszczyzny pionowe
 P_1 i P_2 są płaszczyznami przezi-
erników, ustawionych na spoziomo-
wanej płycie, przyczem płaszczyzna



Rys. 75.

P_1 odpowiada płaszczyźnie celowej przezierników, skierowanej wzdłuż AB , płaszczyzna zaś P_2 — odpowiada płaszczyźnie celowej przezierników, skierowanej wzdłuż AC .

Sprawdzenie i przygotowanie stolika do pomiaru.

Na płycie stolikowej nakleja się papier rysunkowy, na którym przy pomiarze kreśli się odpowiednie linje. Płyta winna być płaska, co kontroluje się zapomocą przykładania do niej krawędzi sprawdzonego linjału. Jeżeli krawędź linjału (którego dolną płaszczyznę ustawimy mniej więcej prostopadle do górnej powierzchni płyty) przylega szczelnie do płyty w ten sposób, że pod krawędzią nie zauważymy wgłębienia płyty i przechodzącego przez nie światła, przytem w kilku położeniach linjału, wówczas górna powierzchnia płyty jest płaszczyzną.

Do naklejania papieru przyrządza się klej z rozpuszczonych przy wysokiej temperaturze w litrze wody 50 gr. odpadków pergaminowych, który to roztwór miesza się na wolnym ogniu z roztworem 200 gr. mąki krochmalnej w litrze wody, kilkakrotnie uprzednio bełtanym, a po odstaniu zlewany i dopełniany nowym litrem czystej wody aż do czasu, kiedy zgęszczona mieszanina utworzy galaretkę.

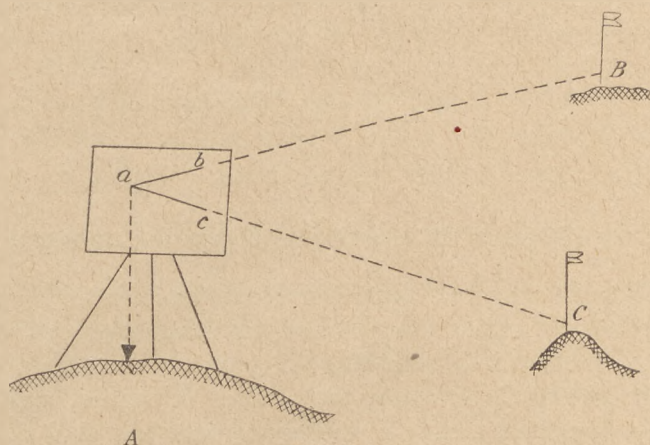
W braku kleju, zbijamy w piankę białko i pokrywamy niem płytę; następnie przycięty dla danej płyty arkusz papieru, zwilżony równomiernie, układamy na płycie i, wygładzając od środka ku brzegom, usuwamy z pod niego pęcherzyki powietrza; brzegi papieru zaginamy i przyklejamy klejem stolarskim do ścianek i spodu płyty, poczem wysuszamy papier.

Pomiar kąta poziomego na stoliku.

Przypuśćmy, że zapomocą stolika należy zmierzyć kąt między prostymi AB i AC , t. j. kąt BAC . Punkt A oznaczony jest w terenie palikiem, punkty B i C tyczkami (rys. 76).

Ustawiamy stół poziomo nad punktem A i na pionie punktu A wyznaczamy na papierze płyty punkt a ; przysuwamy ścięty brzeg linjału alhidady do punktu a ; obracamy alhidadę dokoła punktu a , utrzymując ścięty brzeg przy samym punkcie, do czasu,

gdy, patrząc przez przeziernik, spostrzeżemy na włosieniu przedmiotową tyczkę B ; kreślimy wówczas ołówkiem wzdłuż brzegu alhidady prostą ab .



Rys. 76.

Nie poruszając stolika, obracamy alhidadę ściętym brzegiem dokoła a , dopóki nie ujrzymy przez przezierniki tyczki C . Wykreślamy wówczas ołówkiem prostą ac . Kąt bac jest rzutem poziomym kąta BAC .

Wskazówki metodyczne.

Należy pamiętać o tem, by przed samym pomiarem spoziomować płytę stolikową, w czasie zaś trwania pomiaru uważać należy, ażeby nie poruszyć stolika. Wbijamy więc na obydwu brzegach płyty pionowo igiełki na linii celu. Przy pomiarze od czasu do czasu, patrząc przez obydwie igiełki, sprawdzamy, czy obserwowany punkt leży na przedłużeniu prostej, wyznaczonej przez igły? Gdyby punkt ten odsunął się od linii igieł, to należy obrócić stolik na statywie o tyle, aby linja igieł skierowana została ściśle na poprzedni punkt.

Można też wbić igiełkę w punkcie a na stoliku i po wykreśleniu prostej ab wetknąć drugą igiełkę na tej prostej. To będzie dogodniejsze, gdyż początkujący mają trudność przy jednoczesnem łączeniu dwu czynności: 1) celowania przez przezierniki na tyczkę i 2) utrzymywania brzegu alhidady ściśle przy punkcie a .

Łatwiej bowiem jest obracać alhidadę stycznie do igielki, niż dokoła oznaczonego ołówkiem punktu.

Kreślenie prostych wykonywać należy zapomocą należyście zaostzonego ołówka, o ile chodzi o mniej więcej dokładne wyniki.

Lekcja XVI.

Przyrządy: Stolik, tyczki, taśma i szpilki.

Wyznaczenie odległości do niedostępnego punktu zapomocą stolika.

Należy wyznaczyć odległość AC , nie mierząc jej bezpośrednio.

Zagadnienie takie nosi nazwę *wcięcia wprzód*. Obieramy taki punkt B , aby był widoczny z punktu A i aby z punktu B widać było punkt C . Kreślimy na stoliku dowolnie prostą, na niej oznaczamy dowolnie punkt a , mierzymy długość AB taśmą i odmierzamy na wykreślonej prostej odcinek ab w skali 1:5000, lub 1:10000 (rys. 77).



Rys. 77.

Ustawiamy stolik w punkcie A , poziomujemy płytę, przykładamy alhidadę ściśle do prostej ab i obracamy płytę na statywie do czasu, gdy na linii przezierników spostrzeżemy tyczkę, ustawioną w punkcie B .

Stolik jest wówczas *zorjentowany*, gdyż prosta ab stolika jest równoległa do prostej AB terenu. Celujemy [wtedy przez a do C i kreślimy am wzdłuż brzegu alhidady; jest to więc kierunek AC na stoliku.

Następnie przenosimy stolik do punktu B ; ustawimy tu stolik, spoziomujemy płytę i przyłożymy alhidadę do ba .

Obracamy płytę do czasu, gdy w linii przezierników znajdzie się punkt A . Stolik będzie wówczas zorjentowany, gdyż ab jest równoległe do AB . Celujemy wtedy przez b do punktu C . Kreślimy kierunek bc wzdłuż brzegu alhidady.

Punkt c leży w przecięciu się kierunków bc i am , nakreślonych na stoliku.

Należy długość odcinka ac pomnożyć przez mianownik skali (5000, lub 10000), w której nakreśliliśmy ab , a otrzymamy długość AC .

Wskazówki metodyczne.

Po wykreśleniu drugiego kierunku na każdym punkcie należy sprawdzić zapomocą pierwszego kierunku, czy płyta pozostała nieruchoma. Punkt B należy obierać w taki sposób, by kąt C nie był zbyt ostry.

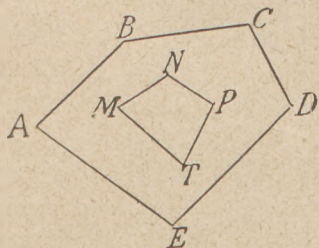
Lekcja XVII.

Przyrządy: Stolik, taśma, szpilki, tyczki.

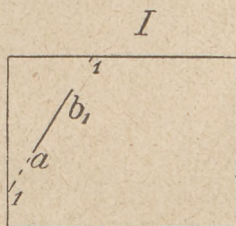
Zdejmowanie planu na stoliku.

Przypuśćmy, że należy wykonać plan terenu, ograniczonego obwodem $ABCDE$ (rys. 78).

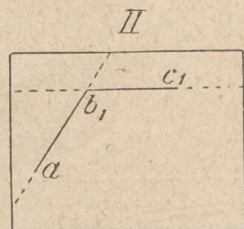
I. Ustawiamy stolik w punkcie A , poziomujemy płytę i wyznaczamy na stoliku punkt a tak (rys. 79), aby cały rysunek zmieścił się w granicach płyty. Jako skalę planu obieramy 1:5000.



Rys. 78.



Rys. 79.



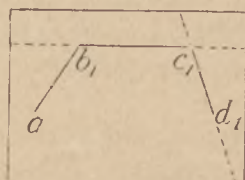
Rys. 80.

Przysuwamy alhidadę do punktu a i celujemy do punktu B , kreśląc kierunek ab_1 , i jego przedłużenia 1—1 przy brzegach

płyty. Mierzymy długość AB i odcinamy ab_1 w skali planu; uzyskaliśmy w ten sposób punkt b_1 .

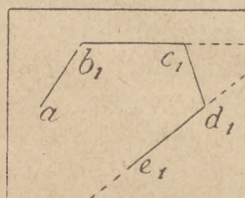
II. (rys. 80). Przenosimy stolik do punktu B , ustawiamy płytę do poziomu. Przykładamy alhidadę ściśle do kierunku b_1a i przedłużenia 1 — 1, jeżeli linjał jest dostatecznie długi. Obracamy płytę na statywie do czasu, gdy stolik zostanie *zorientowany*, t. j. do czasu, gdy, patrząc przez przezierniki alhidady, ułożonej wzdłuż b_1a , spostrzeżemy punkt A na linii celu. Wówczas, nie poruszając stolika, celujemy do punktu C , gdy brzeg alhidady przechodzi przez punkt b_1 . Kreślimy bok b_1c_1 i jego przedłużenie. Mierzymy

III



Rys. 81.

IV



Rys. 82.

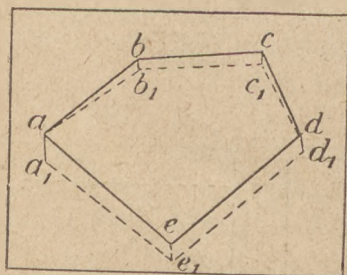
długość BC i odkładamy ją w skali planu od punktu b_1 w kierunku do c na wykreślonym boku. Uzyskaliśmy na końcu odczonego odcinka punkt c_1 .

III. (rys. 81). Przenosimy stolik do punktu C , poziomujemy i orientujemy płytę według kierunku c_1b_1 . Celując do D przez c_1 , kreślimy c_1d_1 , mierzymy długość CD , odkładamy odcinek cd w skali planu i wyznaczamy punkt d_1 .

IV. (rys. 82). W punkcie D orientujemy stolik według d_1c_1 , kreślimy kierunek d_1e_1 , celując przez d_1 do E , mierzymy długość DE i odcinamy ją w skali planu jako d_1e_1 .

V. (rys. 83). W punkcie E orientujemy stolik według e_1d_1 i przez e_1 celujemy do A , kreśląc e_1a_1 . Mierzymy EA i odcinamy tę długość jako e_1a_1 .

Punkt a_1 znajdzie się zamiast w a , w pobliżu tego punktu, dzięki niedokładnościom naszych czynności. Odcinek a_1a nazywamy odchyłką linjową.



Rys. 83.

VI. Usunięcie odchyłki. Prowadzimy przez wszystkie punkty: b_1, c_1, d_1, e_1 , proste, równoległe do $a_1 a$. W tym celu wybieramy bardzo odległy — wyraźnie widoczny punkt np., wieżę odległą o kilka kilometrów kościoła. Przysuwamy alhidadę ściśle do $a_1 a$ i obrotem płyty na statywie, sprowadzamy płaszczyznę przezierników do kierunku na obrany punkt. Następnie, przysuwając kolejno alhidadę do punktów e_1, d_1, c_1, b_1 , celujemy na obrany odległy punkt, wykreślając przy brzegu alhidady odcinki o kierunku $a_1 a$. Odcinki te będą równoległe do $a_1 a$, gdyż schodzą się w bardzo odległym punkcie (odległa wieża kościelna może być uważana za punkt bardzo odległy w porównaniu do wymiarów stolika).

Mierzymy, ile milimetrów mieści się w $a_1 a$. Przypuśćmy, że $a_1 a$ wynosi 10 milimetrów. Dzielimy tę liczbę przez liczbę wierzchołków naszego wieloboku, w danym wypadku przez 5. Otrzymujemy 2 milimetry. Na równoległych prostych odkładamy odcinki:

$$bb_1 = 2 \text{ mm}; cc_1 = 4 \text{ mm}, dd_1 = 6 \text{ mm}, ee_1 = 8 \text{ mm}$$

Łączymy punkty a, b, c, d, e, a prostemi. Proste te tworzą plan danego wieloboku. Wielobok $b_1 c_1 d_1 e_1 a_1$ możemy wytrzeć gumą, jako już zbyteczny.



Rys. 83a.

Rys. 83a przedstawia grupę uczniów przy zdjęciu stolikowem.

Wskazówki metodyczne.

Po zorjentowaniu stolika i wykreśleniu celu do następnego punktu należy, przykładając alhidadę do prostej, zapomocą której orjentowaliśmy stolik, sprawdzić, czy stolik nie został poruszony. Jeżeli okaże się, że płyta została poruszona, wówczas znów orjentujemy stolik i znów kreślimy kierunek do następnego punktu.

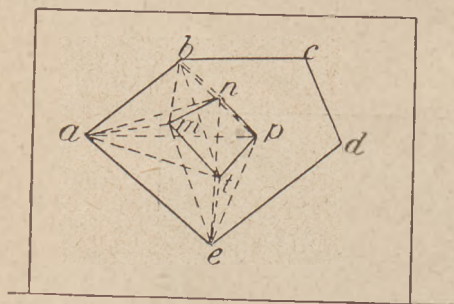
Długości boków należy notować uważnie, gdyż tak błędy długości, jak wykreślenia kierunków, wpływają, na wielkość odchyłki. O tem, czy plan, w taki sposób wykonany, jest wykonany dobrze, sądzymy z wielkości odchyłki, która nie powinna przekraczać $\frac{1}{40}$ długości obwodu.

Gdy odchyłka jest większa, przypuszczać należy, że postępowanie przy pomiarze nie było zbyt staranne.

Jeżeli wewnątrz obszaru znajduje się jakiś szczegół, podlegający pomiarowi, np. jeziorko $MNP T$, wówczas można go zdjąć na plan zapomocą wcięcia wprzód (rys. 78 i 84).

A więc w punkcie B ustawimy stolik, zorjentujemy go według prostej BA i, celując przez b do tyczek M, N, P i T , wy-

kreślimy kolejno odpowiednie celowe na planie, zaopatrując je w znaczki m, n, p i t . Następnie przenosimy stolik do punktu A , orjentujemy według ab , celując do B , i kreślimy cele aM, aN, aP i aT . Celowe te przeczną się z prostymi, wykreślonymi jako bm, bn, bp i bt na punkcie B . Przecięcie się prostej aM i bm daje punkt m na stoliku; proste aN i bn



Rys. 84.

przeczną ją w punkcie n i t. d. Figura $mnp t$ jest planem $MNP T$.

Można sprawdzić konstrukcję planu, ustawiając stolik w trzecim punkcie, np. E , orjentując stolik według prostej ea przy celu do A . Należy wtedy przez punkt e celować kolejno do M, N, P i T . Kierunki te powinny przechodzić przez punkty m, n, p i t lub w bezpośredniej bliskości.

Lekcja XVIII.

Przyrządy: stolik, taśma, szpilki, tyczki.

Pomiar odległości między niedostępnymi punktami.

Przypuśćmy, że należy określić odległość między dwoma punktami niedostępnymi, znajdującymi się, np., za rzeką. Obie-ramy takie dwa punkty C i D , które są wzajemnie widoczne i dostępne do pomiaru, oraz z których widzimy dokładnie punkty A i B .

Kreślimy na płycie prostą cd dowolnie, podobnież dowolnie obie-ramy na niej punkt c . Mierzmy odległość CD i nanosimy ją w skali, np., 1 : 5000 na prostą cd od punktu c . Otrzymujemy punkt d na stoliku.

Ustawiamy stolik nad punktem C , orientujemy go prostą cd , celując do D zapomocą przezierni-ków alhidady, ułożonej ściśle wzdłuż cd . Zapomocą obrotu płyty na sta-tywie sprowadzimy płasz-czyznę przezierników na cel do punktu D .

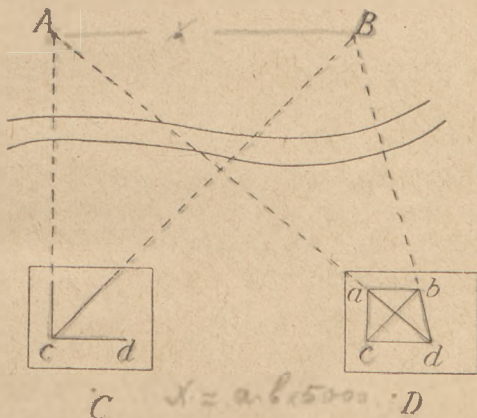
Przykładamy wów-czas alhidadę do c i celu-jemy do A , kreśląc kierunek CA na stoliku, następnie kreślimy na stoliku kierunek CB , celując do B .

Przenosimy stolik do punktu D , poziomujemy nad nim płytę i orientujemy stolik, kierując alhidadę, przyłożoną do dc , na punkt C obrotem płyty na statywie.

Następnie wykreślamy zapomocą alhidady kierunki do A i B , przechodzące przez punkt d .

Przecięcie kierunków do A , wykreślonych na obydwu sta-nowiskach, daje punkt a na stoliku, przecięcie się kierunków do B , wykreślonych na stoliku, daje punkt b na stoliku.

Jeżeli teraz długość odcinka ab , określoną z milimetrówki, pomnożymy przez mianownik skali, w której nanieśliśmy cd (np. 5000), wówczas otrzymany iloczyn daje długość prostej AB w terenie.



Rys. 85.

Wskazówki metodyczne.

Prostą CD należy tak obierać, aby leżała możliwie równolegle do AB , lub też była do AB prostopadła; w ostatnim wypadku przedłużenie CD powinno przechodzić w pobliżu środka AB .

Lekcja XIX.

Przyrządy: busola, tyczki, taśma i szpilki.

Określenie niedostępnej odległości zapomocą busoli.

(Patrz poprzedni rysunek).

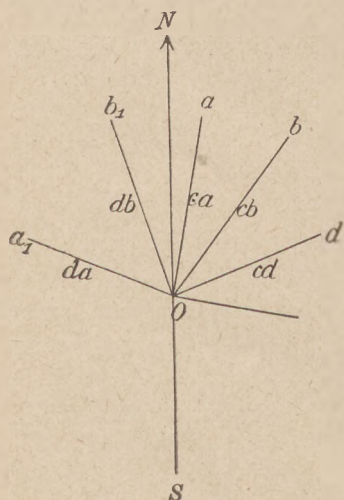
Mierzymy długość pomocniczej prostej CD .

Ustawiamy busolę w punkcie C i mierzymy azymuty prostych CD , CA i CB (punkty A i B są niedostępne).

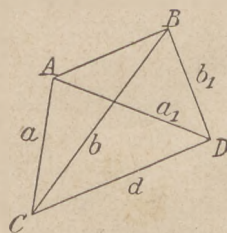
Następnie przenosimy busolę na punkt D i mierzymy azymuty prostych DA , DB , oraz DC i sprawdzamy, czy pomierzony azymnt DC różni się od azymutu CD o 180° .

Następnie na arkuszu papieru wykreślamy równoległe do brzegu kierunek SN południka magnetycznego. Układając przerośnik linją $0^\circ - 180^\circ$ wzdłuż południka, wyznaczamy środek przerośnika O i punkty a , b i d na obwodzie na podstawie azymutów prostych CA , CB i CD .

Przekładamy przerośnik symetrycznie do południka, tak aby



Rys. 86.



Rys. 87.

środek przerośnika zajął znów położenie O i linja $0^\circ - 180^\circ$ znów ułożyła się wzdłuż południka, tym razem jednak 0° skierowane będzie nie ku N , jak poprzednio, lecz ku S .

Na obwodzie przenośnika oznaczamy punkty $a_1 b_1$, odpowiadające azymutom DA i DB . Następnie przez dowolnie oznaczony na papierze punkt C kreślimy proste Cd , Cb i Ca , równoległe odpowiednio do prostych cd , cb i ca , wykreślonych przy południku. Na prostej Cd odkładamy w skali, np., 1:5000 długość CD ; otrzymamy punkt D .

Przez punkt D kreślimy równoległe do prostych db i da przy południku proste Da_1 i Db_1 . W przecięciu się Da_1 i Ca leży punkt A ; w przecięciu się Db_1 i Cb leży punkt B . Skoro teraz zmierzmy milimetrówką długość AB na planie i pomnożymy wynik przez mianownik skali (5000), otrzymamy długość prostej AB w terenie.

Wskazówki metodyczne.

Punkty C i D należy tak obierać w terenie, aby kąty CAD i CBD nie były zbyt ostre. Ćwiczenie polowe na temat powyższy należy łączyć z ćwiczeniem poprzedniego wykładu. Obierając te same punkty A , B , C i D dla dwu grup — pierwsza z busolą, druga ze stolikiem, otrzymamy dwiema drogami, wzajemnie niezależnymi, wyniki, które zasadniczo winny być jednakowe.

Dostatecznie zbliżone do siebie wyniki będą świadczyć o dokładności wykonania pracy przez każdą grupę.

Lekcja XX.

Przyrządy: kątomierz, tyczki.

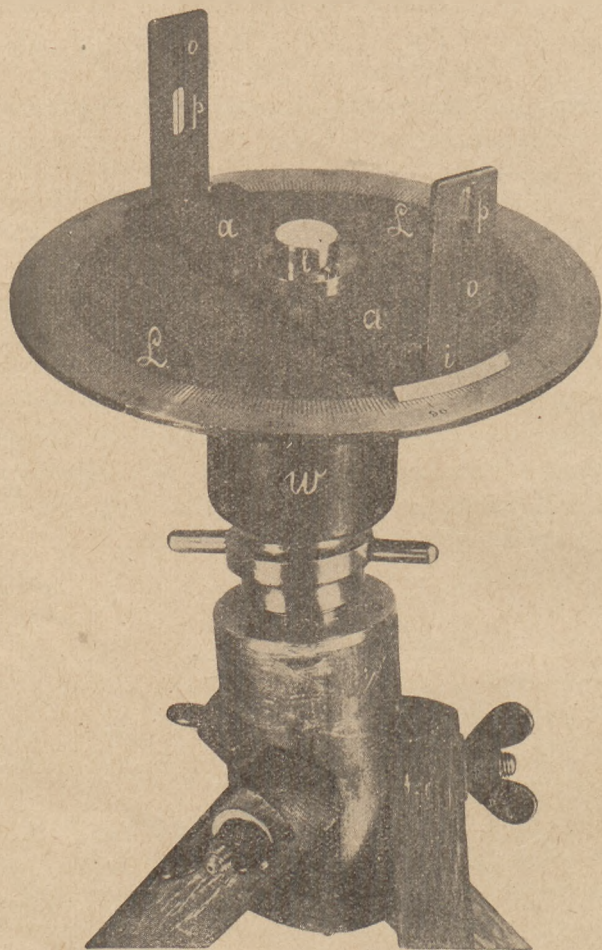
Kątomierz.

Kątomierz (rys. 88 i 89) jest przyrządem, służącym do pomiaru kątów. Składa się z limbusu L , t. j. koła, podzielonego na 360° , i spółśrodkowo osadzonej na limbusie alhidady a . Alhidada jest linijką, zaopatrzoną na końcach w przezierniki $o p$. W środku alhidady znajduje się libela pudełkowa l . Gdy bańka libeli zajmuje położenie wewnątrz kółka, nakreślonego w środku pokrywki, wówczas limbus, t. j. koło z podziałem, znajduje się w poziomie położeniu.

Na końcach linijki alhidady znajdują się dwie średnicowo, przeciwległe kreski i , zwane indeksami, gdyż wskazują na jakim

miejscu podziału koła poziomego znajduje się średnica alhidady. Alhidada z przeziernikami może się obracać dokoła środka, przesuwać się po limbusie.

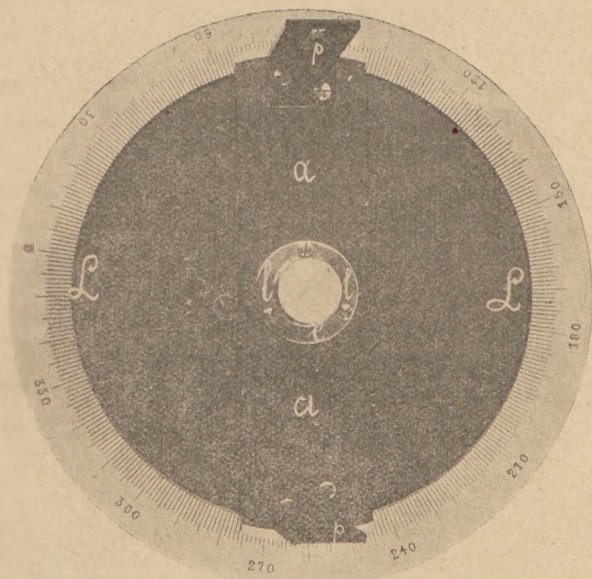
Limbus jest przykręcony do wzdłużonego wewnątrz walca drewnianego *w*, służącego do osadzania przyrządu na statywie.



Rys. 88.

Gdy przyrząd, osadzony na statywie, zaczniemy poruszać, zmieniając pochylenie trzpienia statywu, wówczas bańka libeli alhidady będzie się przesuwać. Należy ją przed użyciem przyrządu

sprowadzić do środka, gdyż pomiar kątów powinien być wykonywany przy spoziomowanym limbusie.



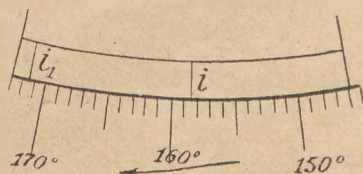
Rys. 89.

Podział na stopnie jest uskuteczniiony zapomocą kresek trzech rodzajów: najdłuższe kreski są naniesione co 10° , średnie co 5° i najkrótsze co 1° . Co 30° znajduje się liczba, wskazująca w stopniach wielkość łuku, liczoną w kierunku ruchu wskazówki zegara od zera.

Odczyt z indeksu i wyrażamy w stopniach; będzie on, np., dla położenia, wskazanego na rys. 90 równy $158^\circ,5$; dla położenia i_1 byłby równy $171^\circ,5$.

Płaszczyzna przezierników przechodzi dokładnie przez indeksy; a więc odczyty, notowane z limbusu zapomocą indeksów w każdym ich położeniu, wskazują położenie

płaszczyzny celowej w stosunku do zera podziału limbusu. Jeżeli tedy w pierwszym położeniu płaszczyzny celowej przy jednym indeksie zanotowaliśmy odczyt 112° , a po przesunięciu alhidady



Rys. 90.

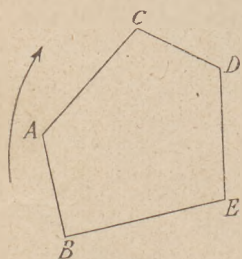
ze zmianą celu przy tym samym indeksie odczytamy 146° , wówczas różnica

$$146^{\circ} - 112^{\circ} = 34^{\circ}$$

wskazuje wielkość kąta, zawartego pomiędzy obydwoma położeniami płaszczyzny celowej.

Ażeby zmierzyć kąt między dwoma kierunkami w terenie, należy ustawić kątomierz ściśle nad wierzchołkiem kąta, oznaczonym zapomocą palika. W tym celu zawieszamy pod statywem pion i dopóty przesuwamy statyw, dopóki pion nie znajdzie się ściśle nad palikiem. Wciśniemy wówczas mocno nóżki statywu w ziemię i sprowadzimy, pochylając trzpień statywu, bańkę libeli do środka.

Jeżeli, posuwając się wzdłuż obwodu pewnej figury, mamy zmierzyć kąt, położony z prawej strony kierunku ruchu, wówczas należy skierować płaszczyznę przezierników na tyczkę, umieszczoną za nami, i dokonać odczytu, zwanego odczytem wstecz; następnie celujemy wprzód i notujemy odczyt wprzód; od odczytu wstecz odejmujemy odczyt wprzód — i otrzymamy prawy kąt.



Rys. 91.

Jeżeli strzałka wskazuje kierunek, od którego liczymy kąty jako prawe czy lewe dla danego obwodu (a więc strzałka wskazuje kierunek posuwania się wzdłuż obwodu), wówczas w punkcie A odczytem wstecz jest odczyt przy celu do B, odczytem wprzód — odczyt przy celu do C; różnica:

odczyt wstecz — odczyt wprzód — daje wielkość wewnętrznego kąta CAB figury. Aby przy tem prawidłwie mieć kąty wewnętrzne, musimy mieć samą figurę z prawej strony.

Ażeby nie popełniać błędów, należy zawsze notować odczyty z jednego indeksu; w tym celu należałoby taki indeks oznaczyć rysą poprzeczną.

Za taki indeks obieramy ten, nad którym szpara przeziernika ocznego znajduje się u góry. Nie będziemy wówczas przy obserwacji dotykać przyrządu głową.

Przeciwny indeks powinien dawać odczyty o 180° większe.

Tak więc stopnie, brane z pierwszego nonjusu, wchodzą całkowicie do odczytu; części zaś stopnia tworzymy jako średnią arytmetyczną odczytów z obydwu indeksów.

Wskazówki metodyczne.

Każdy uczeń powinien przynajmniej jeden raz zmierzyć kąt. Jeżeli odczyt wstecz jest mniejszy od odczytu wprzód, wówczas odczyt wstecz zwiększamy o 360° i wtedy tylko tworzymy różnicę.

$$\begin{array}{rcl} \text{Np.:} & & \text{odczyt wstecz} = 107^\circ \\ & & \text{odczyt wprzód} = 288^\circ,5 \\ \text{Liczymy:} & & 107^\circ + 360^\circ = 467^\circ \\ & & \quad \quad \quad - 288^\circ,5 \\ \hline & & \text{kąt prawy} = 178^\circ,5 \end{array}$$

Jeżeli zmierzyć wszystkie kąty i boki zamkniętego obwodu, można wykreślić plan.

Oczywiście, przed naniesieniem obwodu należy sprawdzić sumę kątów. W n -poligonie zamkniętym suma kątów powinna wynosić:

$$180^\circ (n - 2)$$

gdzie n oznacza liczbę wierzchołków.

Przypuśćmy, że zmierzyliliśmy sześciobok, co znaczy, że $n = 6$, a więc $n - 2 = 4$, a zatem suma kątów powinna wynosić:

$$180^\circ \times 4 = 720^\circ$$

Otrzymaliśmy z pomiaru takie wielkości kątów, że suma ich stanowi, np., 718° .

Wystarczy więc powiększyć cztery pomierzone kąty o $0^\circ,5$, a kąty zostaną poprawione.

Różnica pomiędzy sumą pomierzonych kątów a sumą $180^\circ (n-2)$ teoretyczną, zwana odchyłką kątową, nie powinna przy użyciu kątomierza firmy Uranja sięgać n° , gdzie n oznacza liczbę zmierzonych stopni.

Wykreślenie planu wykonamy w następujący sposób: dowolnie w pewnej skali naniesiemy na arkusz papieru jeden z boków, przy końcu jego zbudujemy zapomocą przenośnika zmierzony w polu kąt, na drugim ramieniu (wykreślonym na zasadzie zbudowanego kąta) odłożymy w przyjętej skali następny bok, na końcu którego zbudujemy następny kąt. Postępując w ten sposób, naniesiemy wreszcie ostatni punkt, który odchyli się od pierwszego o wielkość tak zwanej odchyłki linowej.

Odchyłkę tę rozrzucimy na wszystkie wierzchołki obwodu zapomocą prostych równoległych w taki sam sposób, jak w poligonie busolowym lub stolikowym.

Lekcja XXI.

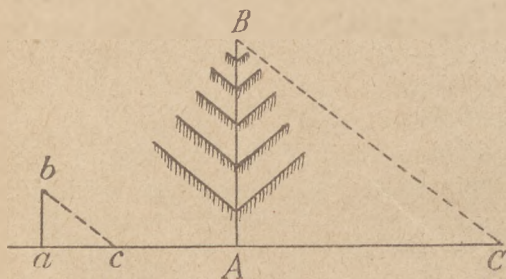
Przyrządy: Taśma, szpilki, tyczki.

Określenie wysokości dostępnego przedmiotu zapomocą cienia.

Przypuśćmy, że należy określić wysokość oddzielnie stojącego na płaskim terenie drzewa.

W słoneczny dzień wbijamy pionowo obok drzewa AB tyczkę ab (długości 110 centymetrów) o tyle głęboko, aby nad ziemią wystawał 1 metr tyczki. Następnie dwóch uczniów wbija na

dany sygnał paliki: jeden ściśle na końcu c cienia, rzucanego przez tyczkę, drugi — na końcu C cienia, rzucanego przez drzewo. Mierzmy następnie długość cienia ac tyczki, oraz cienia AC , rzucanego przez drzewo. Ponieważ trójkąty ABC i abc są podobne, gdyż ab i AB , jako pionowe proste, są



Rys. 92.

są równoległe, bc i BC , jako kierunki promieni słońca w tym samym czasie, są też równoległe, i każda para równoległych (ab i bc oraz AB i AC) jest przecięta prostymi ac i AC , które także są równoległe (teren jest płaski):

Stąd, z podobieństwa tych trójkątów, możemy napisać:

$$AB : ab = AC : ac$$

a stąd:

$$AB = ab \frac{AC}{ac}$$

gdy zaś $ab = 1$ metr, wówczas

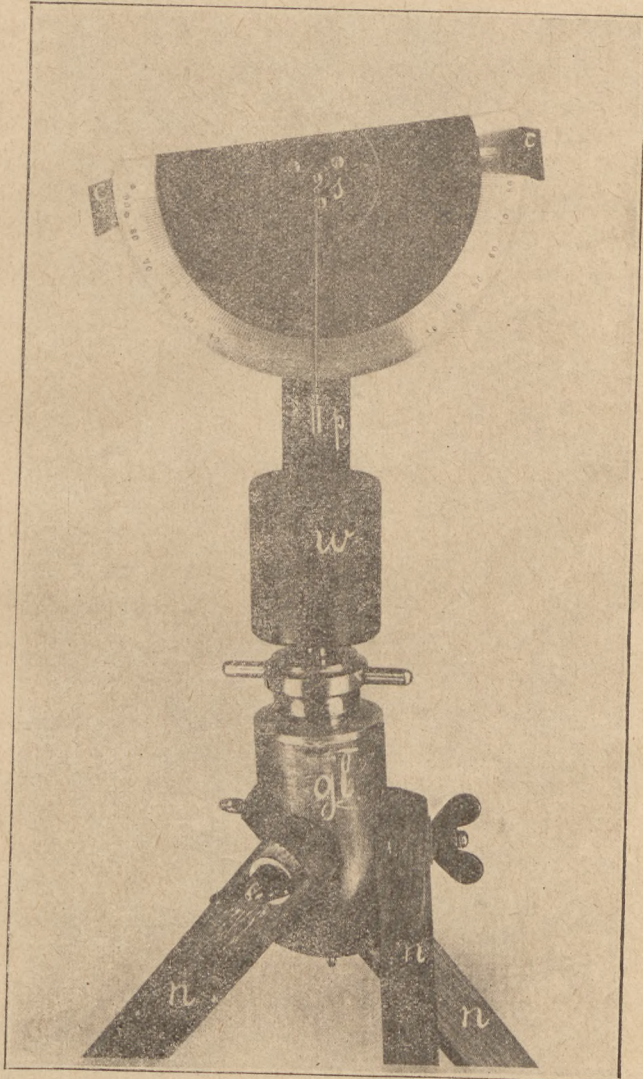
$$AB = \frac{AC}{ac} \text{ metrów.}$$

Lekcja XXII.

Przyrządy: klinometr.

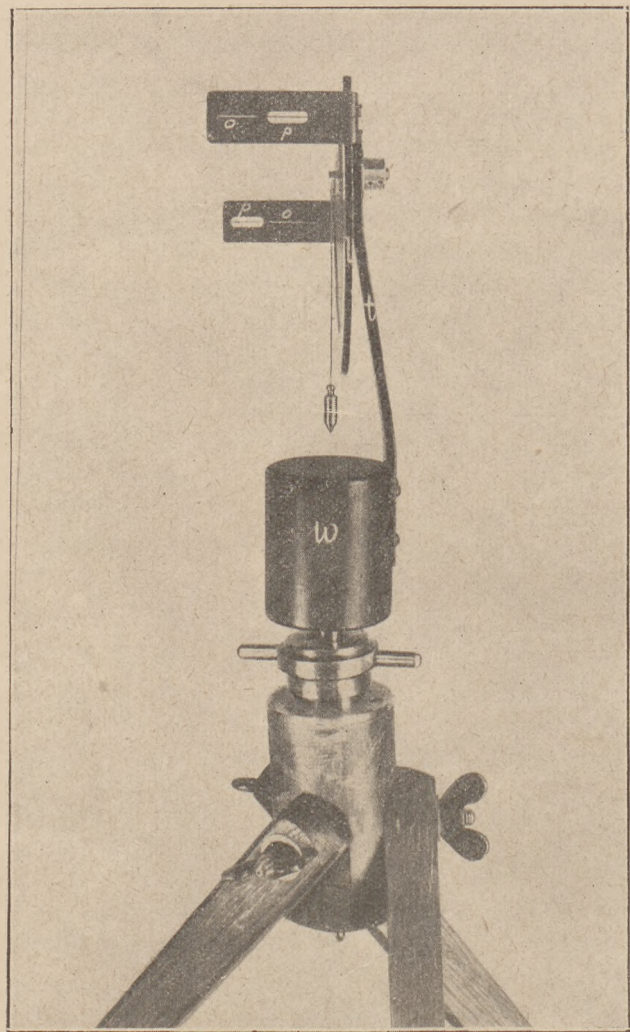
Klinometr.

Klinometr (rys. 93) jest przyrządem, służącym do pomiaru kątów pionowych. Składa się z półkola, podzielonego na stopnie;



Rys. 93.

półkole to obraca się na prostopadłej do niego osi obrotu s , przechodzącej przez nieruchome ramię t (rys. 94), połączone stałe z wydrążonym walcem drewnianym w , służącym do osadzania na statywie.



Rys. 94.

Osią obrotu jest sztyft s , z którego zwisa pion p .

Półkole jest podzielone w ten sposób, że środek półkola jest oznaczony cyfrą 0, i podział rośnie w obydwu kierunkach od 0

do 90° . Średnica $90^\circ - 90^\circ$ jest prostopadła do promienia, łączącego zero podziału z osią obrotu.

Z półkolem połączone są na stałe przezierniki cc , prostopadłe do płaszczyzny półkola. Płaszczyzna celowa (przezierników) przechodzi przez kreski $90^\circ - 90^\circ$ podziału, a więc przechodzi przez średnicę, i zawsze jest prostopadła do zerowego promienia półkola.

Ustawienie klinometru.

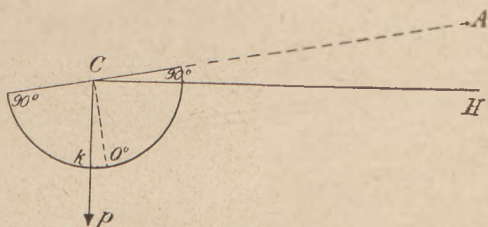
Osadzamy na statywie drewniany walec przyrządu. Nóżki statywu nn wciskamy w ziemię, walec zaś drewniany w razem ze trzpieniem statywu pochylamy dopóty, dopóki nie pionu nie zajmie położenia, równoległego do półkola. Następnie obracamy klinometr o ćwierć obwodu dokoła trzpienia statywu, nie zmieniając pochylenia trzpienia, i w takim położeniu klinometru znów sprowadzamy nie pionu do równoległości z płaszczyzną półkola, pochylając klinometr na statywie.

Należy znów obrócić klinometr o $\frac{1}{4}$ obwodu na statywie i pochylać trzpień statywu razem z klinometrem do czasu, gdy nie pionu zwiśnie równolegle do płaszczyzny półkola. Równoległość nici do płaszczyzny półkola sprawdzamy, ustawiając oko na przedłużeniu płaszczyzny półkola, jak na rys. 94.

Na rys. 94 literami o jest oznaczona szpara przeziernika ocznego, p — oznacza przeziernik przedmiotowy i włosów.

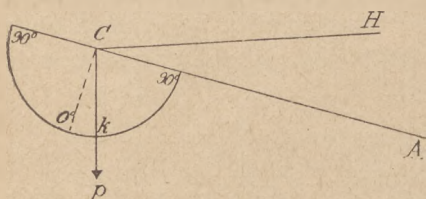
Teoria użycia przyrządu.

Przypuśćmy, że na rysunku 95 mamy półkole klinometru. Linia $90^\circ - 90^\circ$ oznacza kierunek płaszczyzny celowej, skierowanej na dowolny punkt. Linia ta zawsze jest prostopadła do promienia zerowego Co^0 półkola. Linia CH , t. j. pozioma prosta, poprowadzona przez środek półkola, jest zawsze prostopadła do linii pionu (nie z pionem). Kątem pionowym kierunku CA nazywamy kąt ACH ; kąt



Rys. 95.

ten nazywamy kątem wzniesienia, gdy CA leży powyżej CH ; pion zwisa wówczas w lewej części półkola (rys. 95); gdy kierunek CA leży poniżej poziomej prostej CH , wówczas pion zwisa w prawej części półkola i kąt HCA nazywamy kątem pochylenia (rys. 96).



Rys. 96.

Litera K na rysunku oznacza odczytaną przy nitce pionu ilość stopni, gdy oko leży w płaszczyźnie, prostopadłej do półkola, przechodzącej przez nie pionu.

Ponieważ prosta AC jest prostopadła do Co^0 , prosta zaś CH jest prostopadła do Cp , więc kąty, zawarte między prostymi CA i CH , oraz Co i Cp , są sobie równe, a zatem

$$\text{kąt } ACH = 0^0 Ck$$

Wobec tego, że kąt $0^0 Ck$ jest odczytem z półkola, brany przy nitce pionu, przeto odczyt ten wskazuje wielkość kąta pionowego linii celu. Kąt ten jest wzniesieniem, gdy pion Cp zwisa w lewej części półkola, pochyleniem — gdy zwisa w prawej części półkola.

Stąd wynika правило: Ażeby otrzymać kąt pionowy danego kierunku, należy skierować w tym kierunku płaszczyznę przezierników i zanotować odczyt z półkola przy pionie.

Zastosowanie przyrządu.

Pomiar wysokości dostępnego punktu.

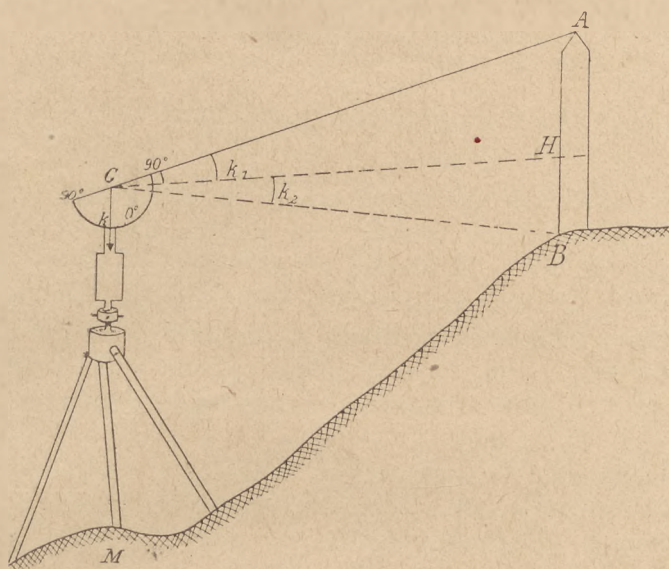
Przypuśćmy, że należy określić wysokość dostępnego przedmiotu AB (wieża, komin, drzewo) (rys. 97).

Mierzmy po ustawieniu klinometru kąty pionowe k_1 i k_2 kierunków 1) na wierzchołek A przedmiotu i 2) na spód przedmiotu B .

Jeżeli, jak na rysunku, CA jest wyżej, CB zaś niżej od poziomej CH , wówczas kąt k_1 jest kątem wzniesienia, kąt k_2 — pochylenia.

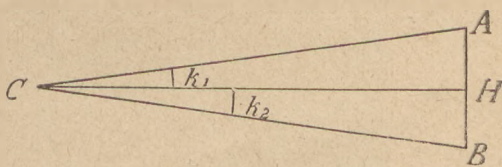
Należy jeszcze zmierzyć długość rzutu poziomego CH odległości MB od klinometru do przedmiotu AB .

Ażeby określić wysokość AB , wykreślamy na papierze prostą CH , t. j. odległość do przedmiotu, w skali 1:1000, lub większej, np. 1:500 (rys. 98).



Rys. 97.

Przy wierzchołku C na prostej CH budujemy kąty k_1 i k_2 z różnych stron prostej CH , jeżeli jeden kąt był kątem wzniesienia, drugi pochylenia. Gdyby obydwa kąty były kątami wzniesienia, odłożylibyśmy je obydwa nad CH ; gdyby były kątami pochylenia, odłożylibyśmy je w dół od CH .



Rys. 98.

Jeżeli teraz po wykreśleniu ramion CA i CB kątów k_1 i k_2 nakreślimy prostą do CH przez punkt H , wówczas odcinek AB tej prostopadłej, zawarty między ramionami CA i CB , jest wysokością mierzonego przedmiotu w skali rysunku (1:1000 czy 1:500).

Dla otrzymania samej wysokości przedmiotu, należy ilość milimetrów, zawartą w AB , pomnożyć przez mianownik skali, (np. 1000 czy 500).

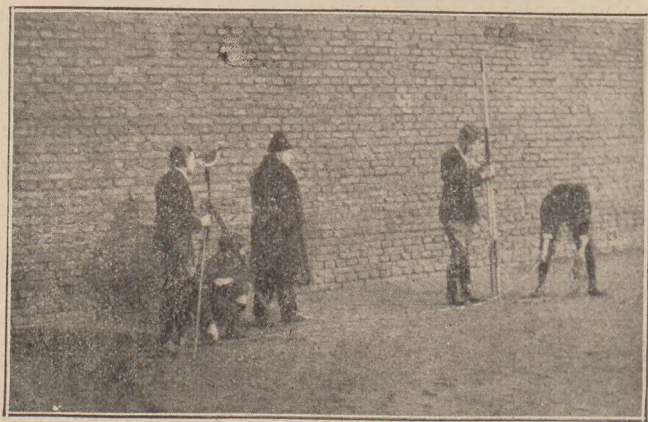
Przypuśćmy, że rysunek wykreśliliśmy w skali 1:1000; na rysunku $AB = 17,5$ milimetra; wówczas prawdziwa wysokość $AB = 17,5 \text{ mm} \times 1000 = 17,5$ metrów.

Odcinki AH i HB wskazują o ile wyżej lub niżej leżą punkty A i B od poziomu punktu obserwacji C .

Wskazówki metodyczne.

Przy pomiarach wysokości należy ustawiać klinometr w odległości od przedmiotu, kilkakrotnie przekraczającej jego wysokość. Tak, np., przy pomiarze wysokości czteropiętrowego domu wystarczy ustawić klinometr w odległości 80 — 100 metrów. Zbyt wielkich odległości powinno się unikać, ponieważ kąt ACB byłby niewielki — np. 2° — 3° , błąd zaś odczytu z klinometru łatwo sięga $1''$. Błąd wysokości w takich warunkach sięgałby $\frac{1}{2}$ lub $\frac{1}{3}$ tej wysokości.

Ten sam błąd $1''$ przy bliższej odległości, a zatem przy kącie ACB , równym, np., 20° , wyniósłby już tylko około $\frac{1}{20}$ wysokości, a wynik byłby dostatecznie dla naszych celów dokładny.



Rys. 99.

Rys. 99 przedstawia grupę uczniów, przystępujących do pomiaru odległości przy określaniu wysokości dostępnego przedmiotu.

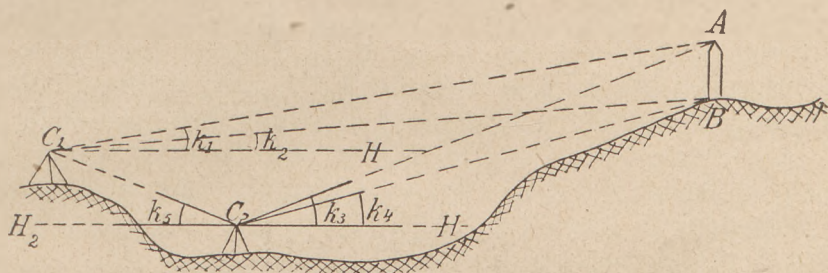
Lekcja XXIII.

Przyrządy: klinometr, taśma, tyczka, linjał, przenośnik.

Określenie wysokości niedostępnego przedmiotu.

Możemy rozwiązać to zagadnienie w następujący sposób: określimy odległość od punktu, oznaczonego palikiem, do niedostępnego przedmiotu — zapomocą stolika, busoli lub kątomierza, oraz taśmy.

Mając zapomocą jednej z tych metod określoną odległość do niedostępnego przedmiotu, ustawimy klinometr nad palikiem i powtórzymy postępowanie, wskazane w lekcji XXI.



Rys. 100.

Będzie to dokładniejsze rozwiązanie.

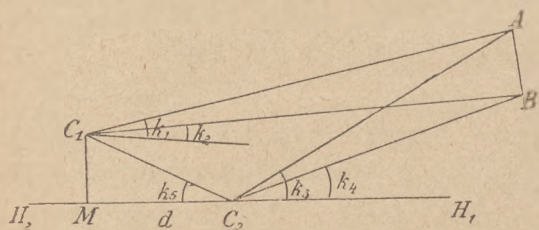
Mniej dokładne uzyskamy zapomocą tylko klinometru i taśmy.

Mianowicie obieramy w płaszczyźnie pionowej, łączącej niedostępny przedmiot ze stanowiskiem C_1 klinometru, drugie stanowisko C_2 . Mierzmy długość rzutu poziomego d odległości $C_1 C_2$ taśmą.

W punkcie C_1 mierzymy kąty pionowe k_1 i k_2 kierunków $C_1 A$ i $C_1 B$, w punkcie zaś C_2 kąty pionowe k_3 i k_4 kierunków $C_2 A$ i $C_2 B$ oraz kąt pionowy k_5 kierunku $C_2 C_1$. Dla zmierzenia tego ostatniego kąta, przy punkcie C_1 powinna być ustawiona tyczka, na której zawiążemy wstążeczkę dokładnie na tej samej wysokości, na jakiej znajdowała się przy pomiarze kątów k_1 i k_2 oś obrotu półkola klinometru.

Dla pomierzenia kąta pionowego k_5 celujemy na stanowisku C_2 na wstążeczkę tyczki, ustawionej przy C_1 .

Następnie: kreślimy na papierze poziomą prostą $H_2 H_1$; obieramy na niej punkt C_2 . Odkładamy odcinek $C_2 M = d$, równy odległości $C_1 C_2$ w skali, np., 1 : 1000.



Rys. 101.

Przy punkcie C_2 budujemy w odpowiednich kierunkach przy prostej $H_2 H_1$ kąty k_3 k_3 i k_4 .

W punkcie M wystawiamy prostopadłą do $H_2 H_1$. W przecięciu się tej prostopadłej z drugim ramieniem kąta k_3 otrzymujemy punkt C_1 . Przez

ten punkt kreślimy $C_1 H$ równoległą do $H_2 H_1$. W punkcie C_1 przy prostej $C_1 H$ budujemy odpowiednio kąty k_1 i k_2 (wzniesienie — ku górze, pochylenie — w dół).

W przecięciu się ramion kątów k_1 i k_3 otrzymujemy punkt A , w przecięciu się ramion kątów k_2 i k_4 otrzymujemy punkt B .

Ilość milimetrów, zawartą między poziomami (równoległymi $H_2 H_1$) punktów A i B , mnożymy przez mianownik skali, w której kreśliliśmy rysunek (np. 1000). Wynik daje wysokość przedmiotu $A B$.

Wskazówki metodyczne.

Punkty C_1 i C_2 powinny być tak obrane, aby odległość między nimi wynosiła około połowy odległości $C_1 B$, jeżeli różnica wysokości punktów C_1 i C_2 jest względnie znaczna. O ile znacznej wysokości punktów C_1 i C_2 nie można uzyskać, wtedy punkt C_2 powinien leżeć bliżej do C_1 , niż do B .

Określenie szerokości geograficznej danej miejscowości.

Rozpatrzmy najbardziej elementarną metodę określenia szerokości geograficznej miejsca obserwacji.

Metoda ta jest oparta na założeniu, że szerokością geograficzną nazywamy kąt, leżący w płaszczyźnie południka, utworzony przez linię pionową z równikiem.

Słońce znajduje się na równiku w dniu porównania wiosennego lub jesiennego; przechodzi zaś przez południk miejsca

obserwacji wówczas, gdy znajduje się najwyżej nad poziomem, co zachodzi w południe słoneczne.

Skoro tedy w dniu porównania wiosennego lub jesiennego skierujemy płaszczyznę celową klinometru na słońce w chwili najwyższego jego położenia nad poziomem, wówczas kąt, utworzony między pionem a płaszczyzną celową (t. j. różnica odczytów pionu i przeziernika 90° ocznego) jest szerokością geograficzną. W celu jej określenia należy w dniu porównania:

1) o godzinie 11 według czasu średnioeuropejskiego ustawić klinometr w nieosłoniętym miejscu, pochylić go na statywie w ten sposób, aby płaszczyzna celowa skierowana była na słońce, pion zaś zwisał równolegle do koła pionowego klinometru;

2) pochylić płaszczyznę celową w ten sposób, aby przeziernik przedmiotowy, zwrócony ku słońcu, rzucił cień na przeziernik oczny; szpara przy włożeniu przeziernika przedmiotowego rzuca wówczas na przeziernik oczny pasek światła o wielkości szpary przy włożeniu; należy pochylić płaszczyznę celową o tyle, by środek paska światła znajdował się na szparze przeziernika ocznego;

3) ponieważ o godzinie 11-ej słońce podnosi się jeszcze w swoim ruchu pozornym po sklepieniu niebieskiem, przeto pasek światła opuszcza się w stosunku do szpary przeziernika ocznego; należy pochylenie płaszczyzny celowej zmieniać, aby wciąż środek paska światła znajdował się na szparze ocznej;

4) takie zmiany położenia płaszczyzny celowej wolno uskuteczniać dopóki słońce się podnosi, t. j. dopóki pasek światła opuszcza się pod szparę oczną. W pewnej chwili słońce zacznie się opuszczać, a pasek światła podnosić w stosunku do szpary ocznej; wówczas już należy, nie poruszając klinometru, odczytać ilość stopni przy pionie, np. 37° .

Ponieważ zaś odczytem, odpowiadającym płaszczyźnie celowej, jest 90° , więc szerokością geograficzną będzie dopełnienie do 90° odczytu przy pionie, a więc:

$$90^{\circ} - 37^{\circ} = 53^{\circ}.$$

Lekcja XXIV.

Przyrządy: stolik, klinometr, taśma, tyczki, wążka i krótka deseczka.

Plan wysokościowy.

Planem takim nazywamy plan, na którym są podane wysokości całego szeregu punktów nad wspólnym poziomem.

Za poziom możemy obrać, np., poziom punktu, najniżej położonego na danym terenie. Za taki wspólny poziom przy sporządzaniu map obiera się przedłużony pod ładami poziom morza.

Wykonanie planu wysokościowego składa się z dwu zasadniczo odmiennych czynności:

- 1) określenia na planie położenia całego szeregu punktów terenu i
- 2) obliczenia wysokości tych punktów.

Najodpowiedniejszym przyrządem do pierwszej czynności jest stolik; w braku stolika można zastosować busolę lub przenośnik.

Obieramy w środku mierzonego terenu prostą AB , dostatecznie długą. Punkty A i B powinny panować nad otaczającym je terenem. Na końcach tej prostej wbijamy paliki (rys. 102).

Następnie obieramy w terenie cały szereg punktów, wzajemnie odległych o mniej więcej 50 metrów.

Z punktów tych powinny być widoczne punkty A i B .

Obrane punkty powinny się znajdować we wklęsnięciach i przegięciach terenu, na zmianach spadków u podnóża i na szczycie wzgórków.

W obranych punktach wbijamy paliki.

Mierzmy taśmą długość AB .

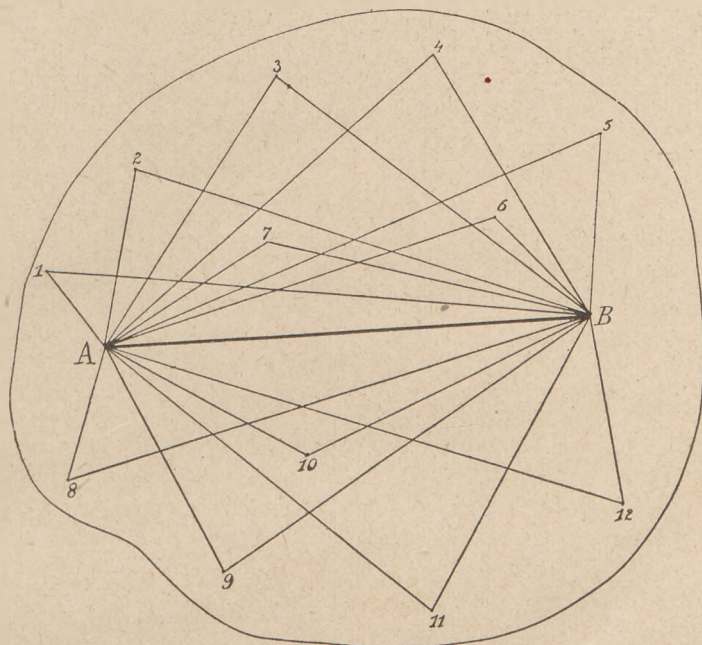
Ustawiamy stolik nad punktem A ; w środku płyty kreślimy prostą, na której od dowolnie obranego punktu a odłożymy w skali, np., 1:1000 długość AB ; uzyskamy na końcu odcinka punkt b .

Zorjentujemy stolik zapomocą prostej ab , ustawiając płytę w taki sposób, aby ab skierowane było w kierunku AB .

Do tyczki przybijemy poprzeczną deseczkę na wysokości, licząc od dołu tyczki, równej wysokości osi obrotu półkola klinometru, ustawionego obok stolika przy punkcie A . Dwu uczniów z tyczką przejdzie do punktu 1-go; jeden z nich będzie numerować bieżącymi liczbami paliki, drugi ustawiać przy nich tyczkę.

Dwu innych uczniów ustawi się przy klinometrze: jeden z nich będzie skierowywał płaszczyznę celową przezierników na poprzeczkę tyczki, ustawianej na punktach 1, 2, ..., drugi — notować będzie odczyty z klinometru.

Piąty uczeń pracuje przy stoliku; czynności tego ucznia polegać będą na wykreślaniu przez punkt *a* na stoliku kierunków



Rys. 102.

do tyczki, ustawianej kolejno na punktach 1, 2, ... Uczeń ten wykreśli więc przy użyciu alhidady kierunki a_1, a_2, a_3 i t. d., zapisując przy odpowiednich kierunkach liczby 1, 2, 3 ...

Jednocześnie jeden z uczniów przy klinometrze skieruje płaszczyznę przezierników na poprzeczkę tyczki, ustawianej na poszczególnych punktach; drugi w tym samym czasie zanotuje odczyty, jak np.:

Stanowisko *A*. Wysokość osi obrotu półkola klinometru nad punktem *A* 105 centymetrów. Klinometr stoi obok *A*.

Numery punktów

1

2

3 i t. d.

Odczyt z klinometru

+ 5°

— 4°,5

— 8°

Znak $+$ odpowiada położeniu nitki pionu klinometru, znajdującej się między 0° półkola a przeziernikiem ocznym (tym mianowicie, przy którym znajduje się oko ucznia, obserwującego przy użyciu klinometru poprzeczkę).

Znak $-$ odpowiada położeniu nitki, zwisającej między 0° półkola a przeziernikiem przedmiotowym.

Znak $+$ odpowiada wzniesieniu, znak $-$ pochyleniu celu wdół od oka do poprzeczki.

Gdy na stanowisku A zaobserwujemy cele do wszystkich punktów 1, 2 ... 12, (patrz rys. 102), włączając i punkt B , i zanotujemy wszystkie kąty pochylenia, wówczas przenosimy stolik do punktu B .

W tym punkcie zorjentujemy stolik zapomocą prostej ba , obracając płytę z alhidadą, ułożoną wzdłuż ba , do czasu, gdy w płaszczyźnie przezierników ujrzymy tyczkę, ustawioną w punkcie A .

Uczeń, noszący tyczkę z poprzeczką, przechodzi na punkt 1. Wykreślamy na stoliku cel $b 1$. W przecięciu się kierunków $a 1$ i $b 1$ oznaczamy kółeczkiem punkt 1. Uczeń z tyczką przechodzi na punkt 2. Kreślimy kierunek $b 2$. W przecięciu się kierunków $a 2$ i $b 2$ oznaczmy kółeczkiem punkt 2.

Postępując analogicznie dalej, wyznaczmy na stoliku położenie wszystkich punktów 1, 2, 3 ... 12.

Na tem kończymy pomiar w polu.

Wskazówki metodyczne.

Po ukończeniu pomiaru stolikowego w punkcie B , można nad tym punktem ustawić klinometr i, ustawiając znów tyczkę z poprzeczką kolejno na wszystkich punktach 1, 2, 3 ..., mierzyć kąty pochylenia. Da nam to możność dokładniej określić wysokości poszczególnych punktów, a zarazem określić dokładność naszej pracy.

Teren, obierany dla pomiaru, powinien 1) być niezbyt wielki (1 — 2 hektarów) i 2) posiadać znaczne spady. W terenie wybitnie płaskim otrzymane wyniki, ze względu na niewielką dokładność tego pomiaru, mogłyby dać obraz terenu, nie odpowiadający rzeźbie terenu. Natomiast w terenie pofałdowanym nieścisłości pomiaru pozostaną nieuchwytnymi wielkościami wobec znacznych różnic wysokości.

Przy obieraniu punktów 1 — 2, 3 ... należy wbijać paliki na początku i końcu spad; jeden uczeń powinien wykonać odręczny szkic punktów, zanumerować je i połączyć prostymi punktami, leżące na stałych spadach. Kierunek spadów należy oznaczać strzałkami.

Lekcja XXV.

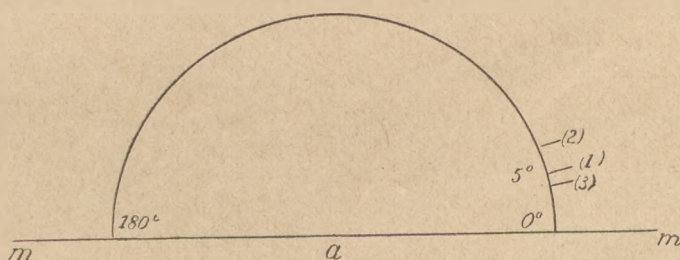
Przyrządy: papier, przenośnik, linijka.

Wykreślenie planu wysokościowego.

Jeżeli przy punktach 1, 2, 3, wykreślonych na stoliku (patrz lekcja XXIV), wypiszemy wysokości tych punktów nad pewnym umówionym poziomem, wówczas otrzymamy plan wysokościowy.

Należy więc obliczyć wysokości wszystkich pomierzonych punktów.

W tym celu przyjmujemy, że wysokość osi obrotu półkola klinometru wynosi, np., 100 metrów. Wysokość więc punktu A, przy którym klinometr był ustawiony, będzie mniejsza o wyso-



Rys. 103.

kość osi obrotu półkola klinometru nad ziemią. Jeżeli zatem ta wysokość, zmierzona taśmą, wyniosła 1,0 metra, wówczas wysokość punktu A wynosi $100 - 1 = 99$ metrów.

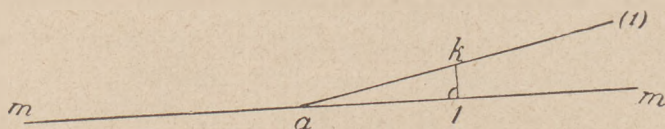
Liczbę 99,0 wypisujemy drobno atramentem przy punkcie a planu, zdjętego z płyty.

Dla określenia wysokości każdego punktu (np. punktu 1-go) postępujemy w następujący sposób (rys. 103):

1) kreślimy dowolną prostą i obieramy na niej punkt a,

2) do tej prostej przyłożymy przenośnik w ten sposób, aby jego środek znalazł się ściśle przy punkcie a , kreski zaś 0^0 i 180^0 — przy wykreślonej prostej;

3) oznaczamy przy obwodzie przenośnika, licząc od zera, tę, kręskę podziału, która odpowiada zanotowanemu w polu kątowni pochylenia, np. 5^0 i wypisujemy przy niej numer punktu, np. (1),



Rys. 104.

4) odsuwamy przenośnik i łączymy punkt a z kreską (1),

5) na prostej am odcinamy długość $a1$, wziętą z planu (rys. 104);

6) odcinek $1 - k$ prostopadłej do am , zawarty między am i $a(1)$, jest różnicą wysokości punktów a i 1 ; mierzymy do dziesiątych milimetra ten odcinek; otrzymaną liczbę, przypuśćmy 2,5 milimetra, mnożymy przez 1000 i otrzymujemy, np., 2,5 metrów,

7) jeżeli tedy wysokość osi obrotu półkola klinometru przyjęliśmy za 100 metrów, znakiem zaś kąta pochylenia kierunku $a1$ jest $+ 5^0$, wówczas wysokością punktu 1-go jest

$$100 + 2,5 = 102,5 \text{ metrów.}$$

Analogicznie liczymy wysokości pozostałych punktów i wypisujemy je atramentem przy odpowiednich punktach planu.

Jeżeli i w punkcie B (rys. 102) mierzyliśmy kąty pochylenia, wówczas określoną zapomocą przenośnika różnicę wysokości (np. 6,0 metrów) dodajemy (przy znaku $+$ kąta pochylenia), lub odejmujemy (przy znaku $-$) od wysokości punktu B , *zwiększonej o wzniesienia osi* obrotu półkola nad ziemią.

Skoro tedy wysokość punktu B obliczona wynosi, np., 108 metrów, wysokość osi obrotu półkola nad ziemią 1 metr, wówczas wysokość osi obrotu półkola nad umówionym poziomem wyniesie 109 metrów.

Od tej zatem wielkości odejmujemy (przy znaku $-$ kąta pochylenia), lub do niej dodajemy (przy znaku $+$), różnice wysokości, obliczone dla kątów pochylenia, zaobserwowanych na punkcie B .

Jeżeli więc dla punktu 1-go obliczyliśmy dla stanowiska *B* różnicę wysokości — 6,0 metrów, wówczas wysokością punktu 1-go jest

$$109 - 6,0 = 103 \text{ metry.}$$

Ponieważ zaś z punktu *A* wysokość punktu 1-go obliczyliśmy jako równą 102,5 metrom, przeto ostateczną wysokością będzie 102,8, t. j. średnia arytmetyczna.

Obliczone wysokości wypisujemy przy odpowiednich punktach.

Wskazówki metodyczne.

Różnicę wysokości punktów *A* i *B* należy obliczyć na podstawie pomiaru kątów pochylenia w obydwu tych punktach. Średnia arytmetyczna będzie wynikiem ostatecznym.

Przy określaniu zapomocą przerośnika różnic wysokości, przy obwodzie przerośnika notujemy odrazu położenie wszystkich celów (1) (2) (3) ... w stosunku do poziomu.

Przerośnik, używany do tego celu, powinien być duży. Wskazane są papierowe przerośniki.

Lekcja XXVI.

Warstwice (izohypsy).

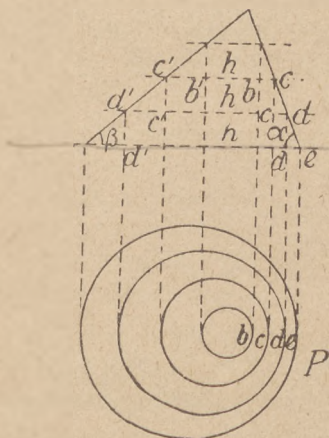
Plan, na którym są opisane wysokości poszczególnych punktów, ma tę wadę, że nie jest przejrzysty, gdyż określanie form terenu połączone jest z badaniem położenia wysokościowego całego szeregu punktów, co na większych obiektach nie prowadzi do celu; obserwując poszczególne punkty, wytwarzamy sobie obraz oddzielnych form terenu z najwyższą trudnością.

W celu uwydatnienia rzeźby terenu wykreślane są na planach i mapach krzywe, zwane izohypsami (warstwicami). Każda warstwica jest planem rzutu krzywej terenu, posiadającej tę właściwość, że wysokość wszystkich jej punktów jest jednakowa.

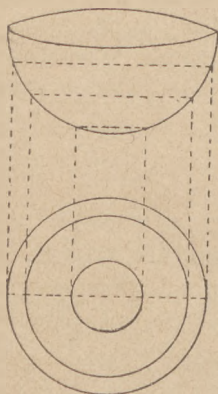
Możemy określić warstwice nieco inaczej, niż poprzednio: warstwicą nazywamy plan rzutu poziomego krzywej*) przecięcia się terenu z powierzchnią poziomą o określonej wysokości.

*) Tę krzywą nazywamy również warstwicą.

Jeżeli więc wyobrazimy sobie cały szereg poziomowych powierzchni, poprowadzonych w stałych odstępach, np. co 1 m (lub 5 m, 0,5 m i t. d.), to każda z tych powierzchni przecinać będzie teren wzdłuż innej krzywej.



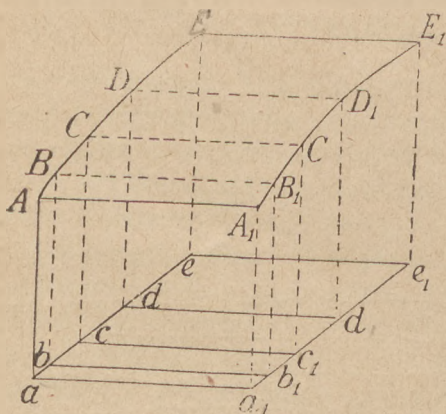
Rys. 105.



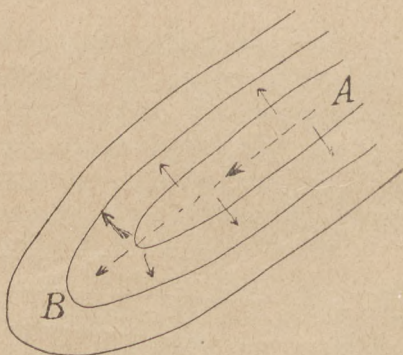
Rys. 106.

Gdy wykreślimy na planie zespół rzutów poziomych tych krzywych, wówczas plan będzie planem warstwicowym.

Rozpatrzmy najprostsze formy terenu, odpowiadające bryłom geometrycznym. Do takich form zaliczamy: płaszczyzny, kotliny



Rys. 107.



Rys. 108.

i wzgórza kształtu kulistego, pagórki stożkowate, grzbiety i t. p.

Wyobrazmy sobie pochyły stożek, którego podstawa jest kołem, równoległym do (rys. 105) poziomemu. Poprowadźmy kilka

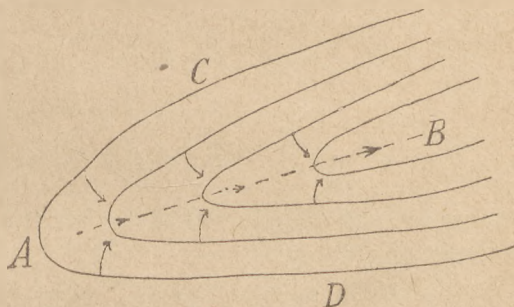
poziomych jednakowo odległych od siebie o h płaszczyzn, przecinających powierzchnię stożka. Przecięcia będą kołami, jak również ich rzuty na płaszczyznę poziomą P .

Z rysunku 105 wynika, że na bardziej pochyłonych prostych odległości między warstwicami są mniejsze, niż na małopochyłych prostych. Inaczej: ilość warstw, przecinających na planie daną prostą, jest tem większa, im większe jest pochylenie tej prostej w terenie.

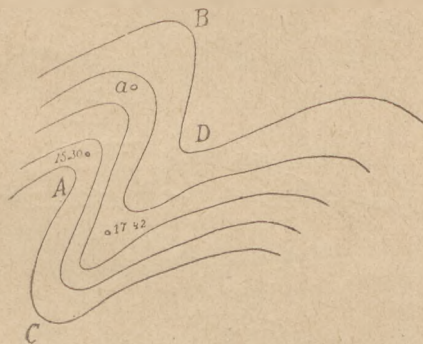
W wypadku prostego stożka o poziomej podstawie rzuty przecięć powierzchni stożka poziomymi płaszczyznami będą koncentrycznymi kołami, w przeciwieństwie do stożka pochyłego.

Gdy mamy do czynienia z płaskim terenem (płaszczyzną), pochyłonym do poziomu, wówczas same warstwy, jako linie przecięcia się danej płaszczyzny z poziomymi płaszczyznami, będą prostymi równoległymi i równoodległymi.

Kotlina kształtu kulistego daje warstwy, których rzuty poziome są kołami spółśrodkowymi, coraz mniej wzajemnie oddległymi, w miarę oddalania się od dna kotliny (rys. 106). Zupełnie analogicznie ułożą się rzuty warstw w wypadku wzgórza półkulistego.



Rys. 109.



Rys. 110.

Jak stąd widzimy, trudno jest wnioskować w podobnych wypadkach o formie terenu z samych tylko warstw.

Warstwy powierzchni walcowej $AE E_1 A_1$ (rys. 107) dadzą na planie proste aa_1 , bb_1 , cc_1 , dd , ee_1 , których odległości zwiększają się w miarę zmniejszania się pochylenia powierzchni walcowej.

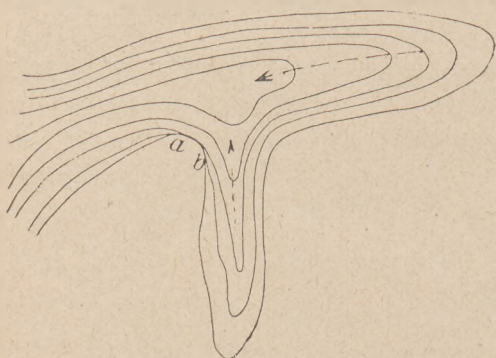
Wyobraźmy sobie, że prosta AB ma mały spadek, spadki zaś w kierunku, prostopadłym do

AB , w obydwie strony od AB (oznaczone krótkimi strzałkami), są większe (rys. 108).

Rozpatrywany kształt terenu nazywamy grzbietem.

Odległości między warstwicami na zboczach będą mniejsze, niż w linii AB grzbiecie, gdyż zbocza mają większe spadki. Jeżeli jednak wyobrazimy sobie formę terenu o wprost odwrotnym kie-

runku spadów (rys. 109): spady będą od C i D ku AB , strzałka zaś na AB wskazuje kierunek spadu, wówczas warstwyce wykreślone zostaną analogicznie do poprzedniego wypadku (grzbiet), jakkolwiek rozpatrywana forma terenu jest doliną. Bardzo często grzbieity przechodzą w doliny: linie AB i CD (rys. 110) dają połączenie grzbieitu z do-

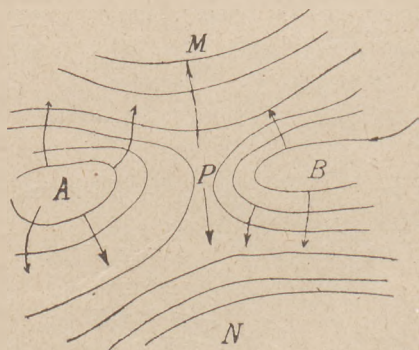


Rys. 111.

liną; z samych jednak warstwic trudno osądzić, czy AB jest doliną, czy grzbieitem.

Trudności tej nie będzie, gdy podane są wysokości kilku punktów. Tak, np., punkty 15,30 i 17,42 wskazują, że punkt a na AB , jako leżący między temi samemi warstwicami, co 17,42, ma wysokość bliską 17,40; w linii BA kierunek spadu idzie wzdłuż BA ; ponieważ zaś $17,42 > 15,30$, więc 17,42 leży na grzbiecie, 15,30 leży w dolinie. Spad DC pod względem kierunku odpowiada spadowi BA .

Strome wąwozy oznaczane są (rys. 111) gęstemi na zboczach warstwicami, zlewającemi się w jedną na pionowych ścianach.



Rys. 112.

Do stosunkowo często napotykaných form (rys. 112) zaliczamy t. zw. siodło. Jest to forma, utworzona przez dwa wzgórza o zbiegających się podnóżach, do których teren obniża się w kie-

runkach, prostopadłych do linii, łączących wspólne podnóże z wierzchołkami wzgórz. Rysunek daje: wzgórza A i B , podnóże P ; spady biegną w kierunku strzałek; zasadnicze spady odpowiadają kierunkom AP , BP , PM i PN .

Linje dolinowe i grzbietowe nazywamy linjami szkieletowymi terenu; linje grzbietowe tworzą wododziały.

Linje dolinowe mają tę własność, że biegną doliną w kierunku największego spadku, a więc są prostopadłe do poziomych (warstwic) przecięcia się terenu z płaszczyznami poziomymi; linje grzbietowe są również prostopadłe do warstwic. Dla uwydatnienia biegu warstwic należy więc odpowiednio ściśle określać w terenie i na planie kierunek i położenie linii szkieletowych. Linje szkieletowe oznaczamy na planie kreskowanymi linjami (rys. 111).

Lekcja XXVII.

Przyrządy: papier kratkowany lub kalka.

Wykreślanie warstwic.

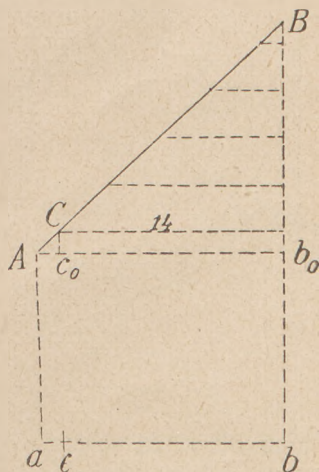
Do wykreślania warstwic przystępujemy po opisaniu na planie wysokości poszczególnych punktów. Określamy punkty przecięcia się warstwic na planie z odcinkami o stałych spadach, łączących punkty o znanych wysokościach.

Przypuśćmy (rys. 113), że ab jest rzutem poziomym prostej AB o stałym spadzie; wysokość punktu B wynosi 18,20 m, punkt A 13,50 m.

Warstwice są wykreślane, np., co 1 m, więc między danymi punktami przejdą warstwice o wysokości: 14, 15, 16, 17 i 18 m.

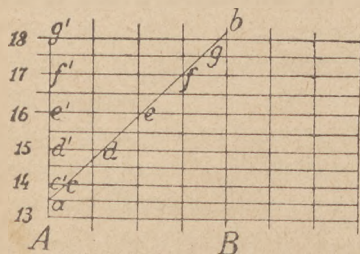
Na kratkowanym papierze, w stałym odstępach, oznaczamy kolejnymi metrami równoległe, np. 13, 14, ... 18, jeżeli podobne wielkości są podane dla wysokości punktów.

Od wyraźnej kreski pionowej A odcinamy odległość AB w skali planu i na kresce 13,50 wyznaczamy nad A punkt a , nad B — punkt b na wysokości 18,20 (rys. 114).



Rys. 113.

Kreślimy ołówkiem prostą ab . Położenie punktów przecięcia się warstwic z prostą ab na planie wskazują odległości punktów $c d e f g$ przecięcia się numerowanych poziomych prostych na papierze z ab , mianowicie cc' , dd' , ee' i t. d. Odcinki te przeniesie-



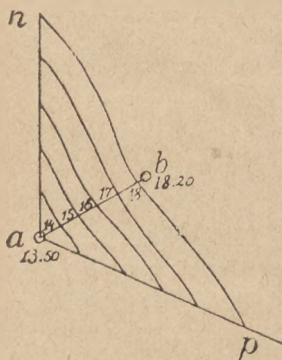
Rys. 114.

siemy na plan, odkładając je od a na ab , i końce tych odcinków zaopatrzymy w numery kolejnych warstwic 14, 15, 16, 17 i 18.

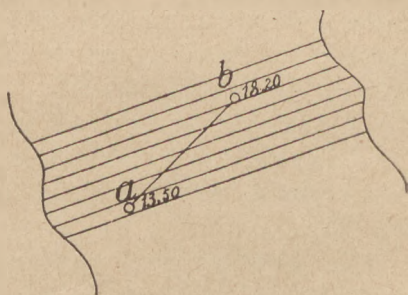
Jeżeli podobną interpolację wykonamy na odcinkach an i ap , wówczas, łącząc punkty o jednakowych numerach zaokrąglonemi odpowiednio krzywymi, otrzymamy na planie warstwice (rys. 115).

Zamiast papieru profilowego, używać możemy kalki z wykreśloną na niej harfą linii równoległych o stałym odstępie (rys. 116).

Tak przygotowaną kalkę obracamy dokoła prostej ab do chwili, aż 1) pomiędzy a i b znajdzie się taka liczba równoległych, która jest równa liczbie przecinających ab warstwic i 2) skrajne punkty między sąsiednimi równoległymi wypadną na odległo-



Rys. 115.



Rys. 116.

ściach od nich, proporcjonalnych do różnic wysokości tych punktów i sąsiednich warstwic. W danym przykładzie między a i b leży pięć równoległych, przytem 13,50 leży dokładnie w środku między równoległymi, 18,20 zaś w odległości $\frac{1}{5}$ odstępu od piątej równoległej.

Po takim ułożeniu kalki na planie, nakłuwamy punkty przecięcia się kalki z *ab* i po odsunięciu kalki wypisujemy na *ab* numery otrzymanych warstwlic.

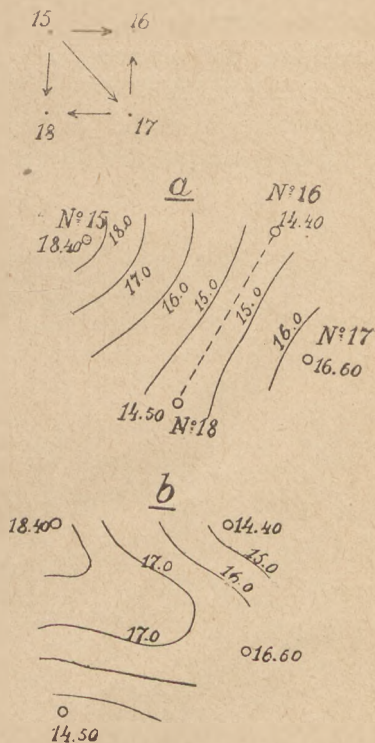
Przy szkicowaniu należy oznaczać strzałkami kierunki spadów, wtedy bowiem unikniemy błędów przy wykreślaniu warstwlic.

Jeżeli, np., (patrz rys. 117) będziemy kreślić warstwice na podstawie tylko planu, możemy przypuszczać z pewnem prawdopodobieństwem, że przekątną o stałym spadzie jest № 18 — № 16, i wówczas otrzymamy warstwice *a*, gdyby zaś za linię stałego spadu przyjąć № 15 — 17, to otrzymalibyśmy zupełnie inny układ warstwlic (patrz rys. *b*).

Przykład ten wyraźnie podkreśla znaczenie właściwego sporządzania szkicu polowego.

Na szkicu tym należy łączyć strzałkami punkty, leżące na liniach o stałych spadach. Zgodnie z tym szkicem wykreślamy warstwice.

Gęstość warstwlic powinna odpowiadać stopniowi nierówności terenu i skali planu. W mocno pofałdowanych terenach prowadzimy warstwice co 1 — 2 *m.*, podczas gdy dla terenów więcej płaskich, wykreślanymy w tej samej skali, wypadnie prowadzić warstwice co 0,5 *m.* Gdy teren jest częściowo pofałdowany, częściowo płaski, wówczas liniami ciągłymi kreślimy warstwice co 1*m.* lub 0,5 *m.*, przerywanymi zaś w płaskiej części co 0,5 *m.* lub 0,25 *m.*



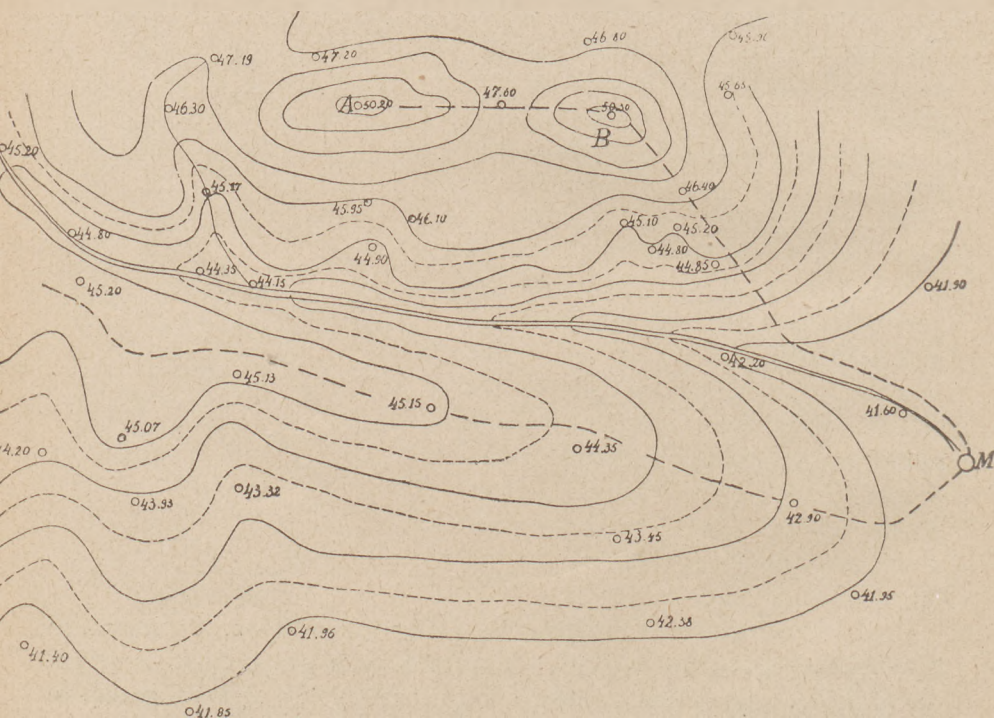
Rys. 117.

Do wykreślania warstwlic używamy tuszu koloru brązowego lub brunatnego. Na mapach topograficznych nie opisuje się, jak na planach, wysokości punktów rozproszonych, wykreśla się te punkty na zdjęciach oryginalnych ołówkiem i na ich podstawie prowadzi się i wykreśla tuszem tylko warstwice. Z powodu drobnej skali warstwice wykreślane są rzadziej.

Na planach w dużej skali, np. $\frac{1}{2000}$, $\frac{1}{1000}$, w płaskich terenach dla uwypuklenia rzeźby terenu warstwicę otoczone są niekiedy obwódką z rozwodnionego brązowego tuszu.

Plan warstwicowy.

Po wykreśleniu na planie punktów niwelacyjnych, opisaniu czarnym tuszem ich wysokości i naszkicowaniu ołówkiem linii szkieletowych, przystępujemy do interpolacji warstwic pomiędzy punktami, leżącymi na odcinkach o stałych spadach, i łączymy określone dla poszczególnych warstwic punkty krzywami o łagodnej krzywiznie, w przejściach zaś przez linie szkieletowe — prostopadłe do nich. Po wykreśleniu tuszem brązowym warstwic 10 i 5-metrowych, kreślimy pozostałe tuszem brązowym.



Rys. 118.

Rysunek 118 przedstawia plan warstwicowy.

Półmetrowe warstvice wykreślono na części planu kreskowanymi linjami.

Linja ABM i t. d. jest wododziałem na terenie rysunku. Biegnie ona wzdłuż grzbietów, przechodzi przez siodło AB , Wpobliżu M , w braku warstwie, linię wododziału poprowadzono w przybliżeniu.

Lekcja XXVIII.

Przyrządy: Linijka i trójkąt.

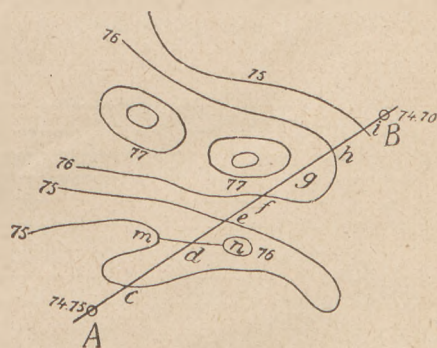
Wykreślanie profilu na podstawie planu warstwicowego.

Przypuśćmy, że mamy wykreślić profil terenu wzdłuż prostej AB na podstawie planu warstwicowego (rys. 119).

Wykreślamy proste 74-76 (lepiej na papierze profilowym) (rys. 120) i od rzutu na niej punktu A odkładamy odcinki Ac , ce , ef , fh , i hi , wzięte z planu warstwicowego.

W otrzymanych punktach budujemy rzędne, na których odłożymy wysokości c , e , f , h , A i B , zmniejszone o 74. Skala dla wysokości może być 10 lub 100 razy większa od skali dla odległości.

Ponieważ jednak prosta AB między punktami c i e oraz f i h ma punkty o różnej wysokości, przeto obieramy na niej jeszcze punkt d , którego wysokością jest 75,5 (leży w środku odcinka mn , łączącego warstvice 75 i 76), i punkt g , za wysokość którego przyjmujemy 76,7.¹

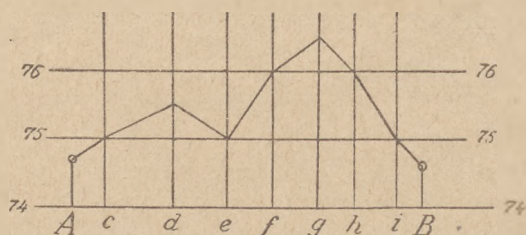


Rys. 119.

Łącząc odpowiednie punkty rzędnych, otrzymujemy profil AB .

Przy wykreślaniu takiego profilu należy korzystać z punktów na planie, mających podaną wysokość, jeżeli leżą na AB lub w najbliższym sąsiedztwie. Odstępy 74—75 i 75—76 są równe.

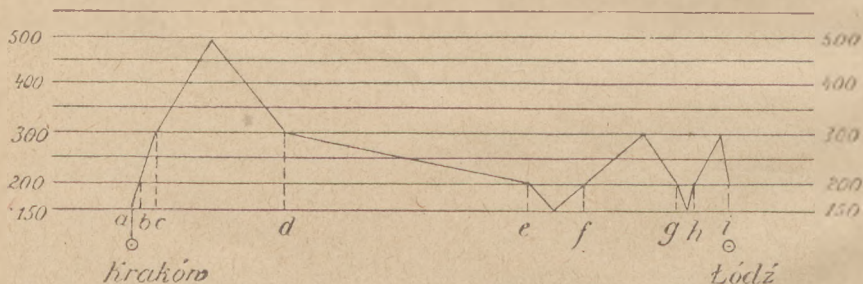
W podobny sposób możemy wykreślić profil, np., prostej Łódź. — Kraków, korzystając ze skali barw mapy „Polska, część południowa” powszechnego atlasu geograficznego prof. Romera.



Rys. 120.

Kreśląc na tej mapie prostą Kraków — Łódź, widzimy, że ta prosta biegnie pod Krakowem niziną na wysokości 150 — 200 metrów nad poziomem morza, przechodzi odrazu na wysokość 200 — 300 i biegnie dłuższym odcinkiem na wysokości 300—500.

Później przechodzi dłuższym jeszcze odcinkiem na wysokości 200 — 300, przecina doliny rzek o wysokości 150 — 200, biegnie obok Piotrkowa znów na wysokości 200 — 300, znów przecina nizinę 150 — 200, przed Łodzią wznosi się jeszcze na 200 — 300 i pod samą Łodzią przechodzi w nizinę 150 — 200.



Rys. 121.

Ponieważ najniższa wysokość wynosi 150, przeto kreślimy linię poziomą 150 — 150 i w dowolnym stałym odstępach kreślimy szereg równoległych, których odstępów przyrównamy do 50 m.

Odcinamy od punktu a na prostej 150—150 wzięte z mapy długości poszczególnych barw prostej Kraków—Łódź, a więc (rys. 121):

<i>ab</i> barwy	150 — 200
<i>bc</i> „	200 — 300
<i>cd</i> „	300 — 500
<i>de</i> „	300 — 200 i t. d.

Punkty *b*, *c*, *d*, *e*, *f* ... są granicami barw.

Tak, np., punkt *d* jest granicą barw 300 — 500 i 200 — 300.

Przyjmujemy przeto jego wysokość za 300 i wyznaczamy na prostej 300 — 300 punkt, leżący pionowo nad *d*. Podobnie nad *c* wyznaczamy punkt na prostej 300 — 300, gdyż punkt *c* jest granicą barw 200 — 300 i 300 — 500.

Środek odcinka *cd* barwy 300 — 500 może mieć wysokość, zbliżoną do 500 — przeto wyznaczamy punkt przy prostej 500 — 500 nad środkiem *cd*.

Łącząc prostymi w taki sposób wyznaczone punkty, otrzymujemy profil kierunku Kraków — Łódź.

Lekcja XXIX.

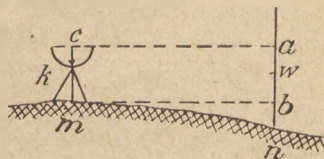
Przyrządy: Klinometr, tyczki.

Niwelacja.

Zapomocą klinometru możemy w bardzo prosty sposób określać różnicę wysokości dwu, lub więcej, blisko położonych punktów, a więc możemy *niwelować*.

Jeżeli pion klinometru wskazuje 0°, to płaszczyzna przezierników leży w poziomie.

Przypuśćmy, że sprowadziliśmy pion klinometru na zero i celujemy na tyczkę, ustawioną w pobliżu. Kierunek celu przedstawiony jest na rysunku 122 zapomocą prostej *ca*. Jeżeli uczeń, ustawiony za tyczką, przesuwać będzie wzdłuż niej palec i zatrzyma go na sygnal, dany przez obserwatora przy klinometrze, w punkcie *a* tyczki, oraz oznaczy ten punkt ołówkiem, wówczas możemy porównać wysokość *na* punktu *a* nad ziemią z wysokością *cm* osi obrotu klinometru.



Rys. 122.

Jeżeli na jest większe od cm , to punkt n leży niżej od punktu m o wielkość

$$an - mc$$

Jeżeli mb jest równoległe do ca , to

$$cm = ab$$

i wtedy

$$an - mc = an - ab = bn.$$

Wielkość bn jest różnicą wysokości punktów m i n . Skoro przeto wysokość punktu m oznaczmy liczbą, np., 10 metrów, wówczas przy

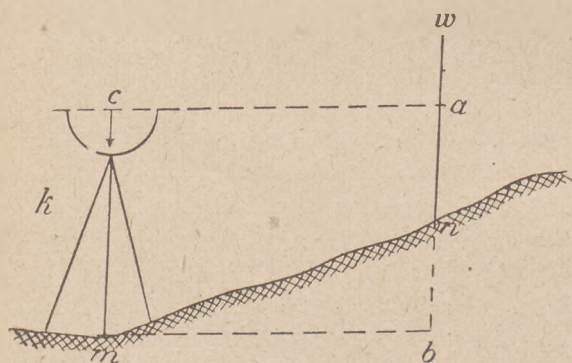
$$bn = an - mc$$

równem, np., 0,5 metra, wysokość punktu n należy przyrównać do

$$10 - 0,5 = 9,5 \text{ metrów}$$

o ile punkt n leży niżej od punktu m .

Gdy an (rys. 123) jest mniejsze od cm , wówczas punkt n leży wyżej od punktu m o wielkość nb (gdyż mb jest równoległe do ca).



Rys. 123.

Ale

$$nb = ab - an$$

lecz

$$ab = cm$$

więc

$$nb = cm - an.$$

Należy tedy zawsze porównywać wyso-

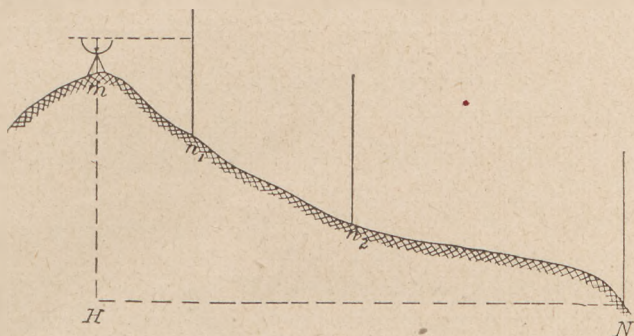
kość odczytu a na tyczce z wysokością klinometru $k = cm$.

W tym celu po ustawieniu klinometru przystawiamy do niego tyczkę w ten sposób, aby stała pionowo, i oznaczamy na niej punkt w przy osi obrotu półkola klinometru zapomocą ołówka kolorowego.

Wówczas wysokość $k = cm$ będzie równa wn . Jeżeli punkt w leży niżej od a , to i punkt n leży niżej od m o odcinek aw ;

jeżeli punkt w leży wyżej od a , wówczas i punkt n leży wyżej od punktu m o odcinek aw .

Chcąc określić wysokość wzgórza (rys. 124), usiawimy klinometr w punkcie m , tyczkę zaś w n_1 , i określamy różnicę r_1 wysokości mn_1 powyżej wskazanym sposobem. Następnie przenie-



Rys. 124.

siemy klinometr do punktu n_1 , a tyczkę do n_2 , i określimy różnicę r_2 wysokości punktów n_1 i n_2 .

Posuwając się dalej z klinometrem do punktu n_2 i ustawiając tyczkę w N , określimy różnicę r_3 wysokości n_2 N .

Dodając uzyskane w ten sposób różnice wysokości r_1 , r_2 i r_3 , obliczymy różnicę wysokości punktów m i N , równą mH .

Wskazówki metodyczne.

Tyczkę należy ustawiać w takiej odległości od klinometru aby różnica wysokości nie była zbyt wielka, gdyż wówczas trudno byłoby oznaczyć wysokość a poziomu klinometru na tyczce.

Przy przestawianiu klinometru powinno się mieć zapasową tyczkę z oznaczoną na niej wysokością osi obrotu półkola klinometru; na nowem stanowisku ustawiamy klinometr na takiej samej wysokości osi obrotu półkola nad ziemią, jak poprzednio. Różnice wysokości aw na tyczce mierzymy tasiemką centymetrową. Zapisywać różnice wysokości należy z uwzględnieniem znaku; dla punktów wyższych od spodu klinometru zaopatrujemy różnicę wysokości w znak $+$, dla niższych zaś w znak $-$.

Tak, np., zapis:

$$+ 0,5 + 0,6 - 0,25$$

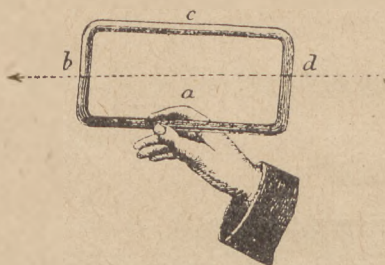
znaczy, że pierwszy punkt leży wyżej od stanowiska klinometru o 0,5 metra, drugi wyżej od drugiego stanowiska klinometru o 0,6 metra, trzeci zaś niżej o 0,25 metrów. Różnica wysokości pierwszego stanowiska klinometru i ostatniego tyczki wyniesie więc:

$$+ 0,5 + 0,6 - 0,25 = + 0,85.$$

Przy pomiarze wysokości wzgórza zgóry wdół zapisalibyśmy, np., $- 0,7 - 0,4 - 0,3 = - 1,4$ metrów.

Przy niwelacji zamiast tyczek używamy t. zw. łąt niwelacyjnych, t. j. szerokich na kilka centymetrów, a długich na 2 — 3 metry desek, podzielonych na metry, decymetry i centymetry. Łatę niwelacyjną ustawiamy zerem na ziemi (rys. 125).

Na bliskich odległościach, patrząc na łatę wzdłuż spoziomowanej prostej: szpara — włosień, możemy przeczytać z pionowo ustawio-



Rys. 126.



Rys. 127.

nej łatę, na jakiej wysokości nad ziemią przecina płaszczyzna celowa łatę.

Można używać do niwelacji niwelatorów hydrostatycznych. Jest to (rys. 126) rurka szklana *c* czworokątna, napełniona do połowy zabarwioną cieczą. Patrząc wzdłuż *bd* stycznie do poziomów cieczy w obydwu częściach rurki, otrzymujemy poziomy promień celowania.

Rys. 127 przedstawia grupę uczniów przy niwelacji.

Lekcja XXX. .

Przyrządy: Aneroid.

Aneroid.

Aneroid jest metalowym barometrem, a więc przyrządem, służącym do określania ciśnienia powietrza.

Ciśnienie to zmniejsza się w miarę podnoszenia się nad poziom morza. Na niższych punktach ciśnienie jest większe, na wyższych — mniejsze.

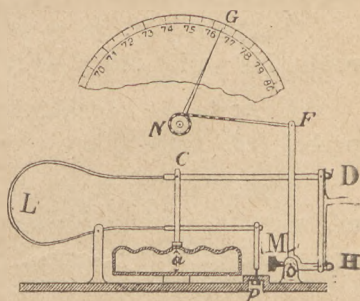
Z tego powodu przyrząd, wskazujący zmiany ciśnienia powietrza, może być użyty tak do pomiarów różnic wysokości dwu punktów, jak również do pomiaru wysokości danego punktu nad poziomem morza.

Aneroid został wynaleziony w roku 1847 przez Vidi'ego.

Najważniejszą częścią przyrządu jest metalowe pudełko *a* kształtu walca z trwałymi ściankami i elastycznymi denkiem i pokrywką. Pokrywka ma kształt koncentryczno-falisty. Powietrze jest usunięte z pudełka.

Sprężyna *L* przeciwdziała wgnieceniu pokrywki i denka z powodu ciśnienia powietrza; niemniej przeto elastyczność jest zachowana. Przy powiększaniu ciśnienia pokrywka i denko zbliżają się wzajemnie, przy zmniejszeniu — oddalają się.

Przy średniej wielkości pudełka zmiana ciśnienia o 1 *mm.* zmienia odległość między pokrywką a denkiem o 0,004 *mm.*



Rys. 128.

Aneroid Naudet'a posiada mechanizm, przedstawiony na schematycznym rys. 128. Górny koniec silnej sprężyny L łączy się z ramieniem CD . Dźwignia CD przegubem D jest połączona z prostopadłym do niej ramieniem DH , działającym przy przesuwaniu się punktu D na dźwignię kolankową (dwuramienną) HF ; koniec F dźwigni połączony jest prętem, zakończonym łańcuszkiem, z osią obrotu wskazówki G , na którą nawinięty jest ten łańcuszek. Zwiększenie ciśnienia wgniata pokrywkę wdół, co odsuwa F od osi obrotu wskazówki; takie przesunięcie F wprawia w obrót oś wskazówki, przesuwając ją w prawo. Zmniejszenie ciśnienia posuwa wskazówkę w lewo przy współdziałaniu innej spiralnej sprężyny N , nakręcającej oś obrotu wskazówki na łańcuszek, zwolniony zapomocą zmniejszenia ciśnienia. Ruchowi martwemu osi obrotu wskazówki przeciwdziała sprężyna L i ciężarek M . Podziałka w górnej części przyrządu umożliwia dokonywanie odczytów ze stanu wskazówki.

Jednostka podziału przy wskazówce odpowiada 1 mm ciśnienia co w przybliżeniu odpowiada zmianie wysokości o 11 metrów . Podział taki sporządza się na zasadzie określenia stanu wskazówki przy znanych ciśnieniach.

Pomiar wysokości zapomocą aneroidu.

Jak wiadomo, ciśnienie na poziomie morza wynosi około 760 milimetrów .

Przypuśćmy, że w pewnej miejscowości odczytaliśmy z aneroidu 740 milimetrów przy temperaturze 15° .

Przy tej temperaturze zmiana ciśnienia o 1 milimetr oznacza przeciętnie zmianę wysokości o $11,4\text{ metra}$.

Ponieważ w danej miejscowości ciśnienie jest *mniej* o 20 milimetrów , niż na poziomie morza, przeto dana miejscowość leży *wyżej* od poziomu morza o

$$20 \times 11,4 = 228\text{ metrów}.$$

Wielkość 11,3 metra jest wielkością przybliżoną;

wynosi ona w metrach	dla ciśnienia w milimetrach
11,1	760
11,2	755
11,3	750
11,4	740
11,5	735
11,6	730
11,7	720

Przypuśćmy, że pragniemy zmierzyć wysokość góry, wieży lub wysokiego domu zapomocą aneroidu i że u podnóża odczytaliśmy 740 milimetrów, na szczycie — 738,5 milimetrów. Różnica stanowi 1,5 milimetra. Ponieważ przy ciśnieniu 740 milimetrów (i temperaturze około 15°), w miarę podnoszenia się ku górze, ciśnienie się zmniejsza, przytem o 1 milimetr co każde 11,4 metrów, więc mierzona wysokość wynosi

$$11,4 \text{ metrów} \times 1,5 = 17,1 \text{ metrów.}$$

Odczyt u podnóża i szczytu powinien się odbyć mniej więcej w tym samym czasie — t. j. w przeciągu kilku minut, gdyż ciśnienie powietrza ulega wahaniom w dłuższych odstępach czasu.

Organizacja ćwiczeń.

Kurs niniejszy może być rozłożony na klasy III, IV i V-ą szkół średnich i VI i VII oddział szkół powszechnych. Ćwiczenia polowe mogą być wykonywane w czasie wycieczek, a więc w okresie jesiennym i wiosennym. Kompletu narzędzi p. d-ra Jezierskiego wyrabia firma „Uranja”; kurs podręcznika uwzględnia głównie te właśnie przyrządy. Jeden komplet przy właściwej organizacji ćwiczeń może obsłużyć całą klasę. Uczniowie w czasie ćwiczeń powinni być rozbici na grupy, zawierające najwyżej 7 osób.

Każda grupa powinna wykonać wszystkie ćwiczenia, wchodzące w zakres danego zagadnienia. Całe ćwiczenie może więc być wykonane, np., trzykrotnie, o ile poszczególne części ćwiczenia



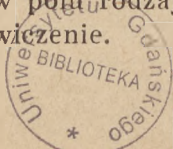
Rys. 129.

wykonywać będzie trzy grupy, i o ile ćwiczenie takie nie zabiera zbyt wiele czasu. Załączone rysunki 129 i 130 przedstawiają grupy uczniów w czasie pracy.



Rys. 130.

Zaleca się omówić z uczniami przed rozpoczęciem każdej pracy w polu rodzaj i kolejność czynności, składających się na dane ćwiczenie.

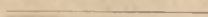


BIBLIOTEKA
WYŻSZEJ SZKOŁY PEDAGOGICZNEJ
W GDANSKU

SPOSTRZEŻONE BŁĘDY DRUKARSKIE.

Wydrukowano
Str. 33 linja południowa

Powinno być
linja południkowa



ZBIORY SPECJALNE

BIBLIOTEKA
UNIWERSYTECKA
GDAŃSK

956591

1928

Exx

1253