

Żurowski, Tadeusz

Pomiar archeologicznych stanowisk naziemnych

Światowit 21, 350-378

1955

Artykuł został zdigitalizowany i opracowany do udostępnienia w internecie przez **Muzeum Historii Polski** w ramach prac podejmowanych na rzecz zapewnienia otwartego, powszechnego i trwałego dostępu do polskiego dorobku naukowego i kulturalnego. Artykuł jest umieszczony w kolekcji cyfrowej bazhum.muzhp.pl, gromadzącej zawartość polskich czasopism humanistycznych i społecznych.

Tekst jest udostępniony do wykorzystania w ramach
dozwolonego użytku.

TADEUSZ ŻUROWSKI

POMIAR ARCHEOLOGICZNYCH STANOWISK NAZIEMNYCH

ИЗМЕРЕНИЕ НАЗЕМНЫХ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ СТОЯНОК

L'ARPENTAGE DES STATIONS ARCHÉOLOGIQUES TERRESTRES

I. Najprostsza niwelacja

Nawet najprostszy pomiar w technice wykopaliskowej powinien być dostatecznie dokładny. Zasadniczo nie znamy sposobu idealnie dokładnego, toteż dopuszczamy pewne odchylenia. Tolerancje te zależne są nie tylko od wagi danego pomiaru, użytych instrumentów mierniczych, rozległości terenu, ale przede wszystkim od skali, w której wykreślony zostanie produkt pomiaru — plan lub przekrój.

Mam zamiar opisać tak prosty sposób pomiaru terenu bogato ukształtowanego, by każdy mógł bez specjalnego szkolenia wykonać go sam szybko i bezbłędnie. Będzie to pomiar schodkowy. Sposób ten nadaje się szczególnie do wywiadów terenowych, kiedy mamy pomierzyć szybko jakiś kurhan czy grodzisko, i powinien być szeroko stosowany do wszelkich wykopalisk krótkich ratowniczych lub tam, gdzie szczupłe fundusze nie pozwalają na zaangażowanie fachowców — mierników.

Szczególnie ważną sprawą jest szybko zinventaryzowanie nieruchomości obiektów ziemnych. Tu na pierwsze miejsce wysuwają się grodziska, które można przecież zinventaryzować i sklasyfikować wstępnie na podstawie ich wyglądu fizycznego, bez konieczności rozkopywania. Rzecz prosta, że należy się liczyć z możliwością popełnienia błędu, który się ujawni i zostanie skorygowany po pierwszych pracach wykopaliskowych. Tych grodzisk jest w Polsce kilka tysięcy. Ich pomiar za pomocą przyrządów optycznych i instrumentów mierniczych byłby wprawdzie dokładniejszy, ale nierównie kosztowniejszy i wymagający wykwalifikowanych fachowców. Obecne tempo prac pomiarowych dla inwentaryzacji grodzisk pozwoliłoby zakończyć te prace po około... 200 latach, jeśli nie odkryje się tymczasem jeszcze jakichś dotychczas nie znanych grodzisk. Potrzeba inwentaryzacji szybkiej, dobrej i łatwej, wykonywanej za pomocą tanich przyrządów, jest więc sprawą palącą i dlatego powstała konieczność pokazania najprostszej metody pomiarowej, którą w dodatku osobiście wypróbowałem na wykopaliskach w terenie.

Proste, nieskomplikowane przyrządy i nieskomplikowany przebieg pomiarów w terenie umożliwia przeszkolenie w ciągu jednej godziny starszych chłopców z pobliskiej szkoły i oddanie im całego dobrze zaplanowanego w szczegółach pomiaru terenu, podczas gdy archeolog prowadzący wykopaliska zajmie się innymi zagadnieniami. Oszczędność czasu potrzebnego do wyuczenia, tanie i nieskomplikowane pomiary — oto najważniejsze zalety pomiaru wykonywanego miarką, latą, libelą, pionem i ewentualnie przyzmatem. Profesor Kasper Weigel i inni znakomici geodeci zaliczają tę metodę pomiarową do pomiarów ścisłych.

Brak przyzmatu nie stanowi jeszcze podstawowej przeszkody w pomiarze terenu, bo kąty proste możemy wytyczać innym sposobem, posługując się w tym celu zwykłą (parcianą) taśmą mierniczą. Dokładność pomiaru będzie właściwie taka sama, jeśli postaramy się o odpowiednie powiązania kątów i prostych wzajemnie sprawdzalnych. Użycie przyzmatu daje jednak poważne usprawnienie pomiaru — a o to przecież nam chodzi.

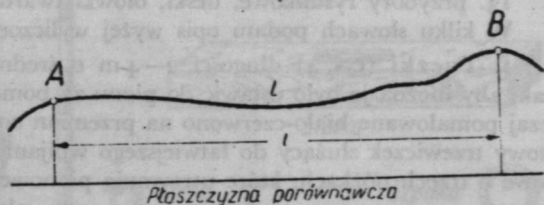
Z zestawienia przyrządów potrzebnych do pomiaru możemy wnosić, że chodzi tu o możliwie dokładne wymierzenie długości, szerokości i wysokości oraz kąta prostego. Szerokość i długość da pomiar latą, wysokość zaś uchwycimy za pomocą wyznaczania różnic wzniesień terenowych w pewnych, najczęściej stałych, odległościach poziomych posługując się miarką przyłożoną do pionu pod dolną krawędźłaty spoziomowanej za pomocą libeli. Używając przeziernika lub przyzmatu możemy wyznaczać kąt prosty, a czasem i inny.

Opisana powyżej czynność zwie się niwelacją. Równocześnie musimy zaznaczyć, że pomiar odległości dwóch punktów A—B w terenie o silnym ukształtowaniu pionowym nie odbędzie się bezpośrednio po terenie, ale równoległe do poziomu porównawczego, poziomu lustra wody w spoczynku. Innymi słowy, długość l będzie prostokątnym rzutem geometrycznym w płaszczyźnie przekroju przechodzącej przez punkty A—B

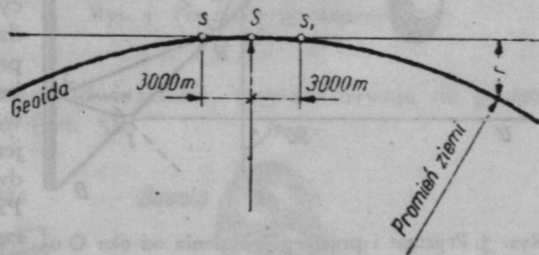
(rys. 1). Płaszczyzna przekroju będzie prostopadła do powierzchni lustra wody, czyli do poziomej płaszczyzny porównawczej. Długość l zatem jest z reguły mniejsza od długości L mierzonej po terenie. Złączenie takie pozwala na dokonywanie przekrojów poziomych terenu równoległe do poziomu porównawczego, co w wyniku daje warstwicę. Możemy to przedstawić obrazowo. Wyobraźmy sobie płytką stojącą wodę w terenie. Podniesmy poziom wody o 20 cm — otrzymamy nową warstwicę itd.

Dla uniknięcia niejasności przypominam, że ze względu na przybliżoną sferoidalność ziemi płaszczyzny porównawcze nie są płaszczyznami płaskimi w znaczeniu geometrii wykreślnej, ale powierzchniami podobnymi do kulistych. Środek przekrojów tych kul współrodkowych będzie leżał w pobliżu środka ciężkości ziemi.

W praktyce operować będziemy jednak tak małymi częściami powierzchni ziemi, że śmiało możemy pominąć kulistość ziemi, nawet gdy obszar pomiarowy sięgać będzie przeszło 3000 m w każdą stronę przy ścisłym pomiarze (rys. 2). Wyobraźmy sobie płaszczyznę styczną do geoidy w punkcie S. Zauważymy, że na długości s — s płaszczyzna ta prawie przylega do powierzchni kuli ziemskiej — geoidy. Wielkość tę możemy praktycznie uważać za powierzchnię kuli i według założenia — za płaszczyznę. Przy większych odległościach powstaje niedokładność o wzrastającej wielkości r .



Rys. 1. Odległość l , między punktami A—B mierzy się w linii prostej, równoległej do poziomu lustra wody stojącej.



Rys. 2. W odległości do 3000 m możemy pominąć kulistość ziemi podczas pomiarów miejscowych.

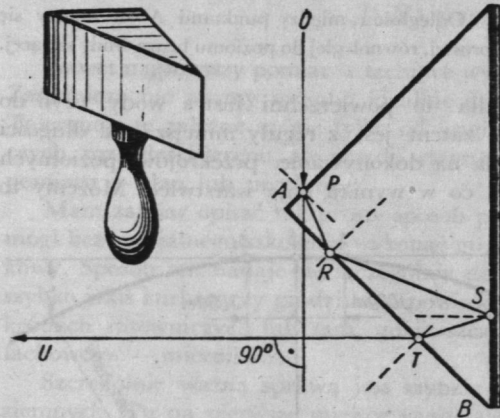
II. Przyrządy pomiarowe

Najważniejsze przyrządy pomiarowe są następujące:

1. tyczki długości 2—4 m, o średnicy 3—5 cm — 6 sztuk
2. przyzmat, węgielnica lub przeziernik
3. lata miernicza 2 lub 3 m
4. pion — 2 sztuki
5. poziomica, libela
6. lusola

7. dwumetrówka stalowa lub drewniana
 8. taśma miernicza stalowa lub parciana — 2 sztuki
 9. szpilki stalowe 30 cm długości o średnicy 3 mm — 2 komplety
 10. sznur długości 50 m
 11. kołki drewniane długości 50 cm o średnicy 6 cm — 50 sztuk
 12. połowa deska rysunkowa lub dykta
 13. przybory rysunkowe, deski, ołówki twarde i średnie, papier milimetrowy, kalka itd.
- W kilku słowach podam opis wyżej wyliczonych przyrządów pomiarowych.

1. Tyczki (rys. 4) długości 2—4 m o średnicy 3—5 cm powinny być idealnie proste, aby można je było ustawić do pionu za pomocą libeli lub pionu. Tyczki takie są zazwyczaj pomalowane białoczerwono na przemian co 20 cm, u dołu zaopatrzone w żelazny stożkowy trzewiczek służący do łatwiejszego wbijania w grunt. Czasami są używane stojaki stalowe o trzech nóżkach, które utrzymują pionowe położenie tyczki nadane przez pion. Komplet tyczek składa się z sześciu sztuk, które w okresie spoczynku dla zachowania linii powinny być powiązane z sobą.



Rys. 3. Pryzmat i przebieg promienia od oka O obserwatora do przedmiotu U obserwowanego.

Przypadek ten zachodzi tylko wtedy, gdy obserwujemy obraz ściśle wyniki.

Węgielnica przeziernikowa, niegdyś często używana, składa się z koła poziomego poskalowanego na 360° i jest zaopatrzona w wizery umieszczone naprzeciw siebie. Węgielnica służy do określania kątów między dwoma przedmiotami w terenie, gdy wierzchołek koła znajduje się na danym stanowisku, albo na odwrót — do wytyczania żądanych kątów.

Pomiar terenu za pomocą pochyłościomierza Wolza nie nadaje się do obiektów archeologicznych w terenie ze względu na ich nieduże wymiary, gdyż dawałby wyniki nieściśle, nie odpowiadające potrzebom naukowym.

3. Łata miernicza długości 2—5 m, o brzegach idealnie równych, poskalowana, może być konstruowana przębiśnie, co umożliwia skracanie długości; nie powinna wykazywać najmniejszej strzałki ugięcia. Czasem wystarczy łąta do 3 m wykonana z suchego drewna przez stolarza. Taka łąta musi być stale sprawdzana, czy nie wykazuje odchylenia od linii prostej lub wypaczeń. Kilkoma posunięciami hebla stolarz może nadać łącie właściwą linię. Łata taka służyć może zarówno do pomiaru długości, jak i do niwelacji za pomocą schodkowania (rys. 4).

4. Pion (rys. 4) służy do ustawiania pryzmatu nad punktem oznaczonym kołkiem, uwiocznionym w jakiś inny sposób albo mającym być dopiero oznaczonym, prócz tego pionujemy odcięte długości z łąty na teren dla wyznaczenia rzędnych wysokościowych od spodu łąty

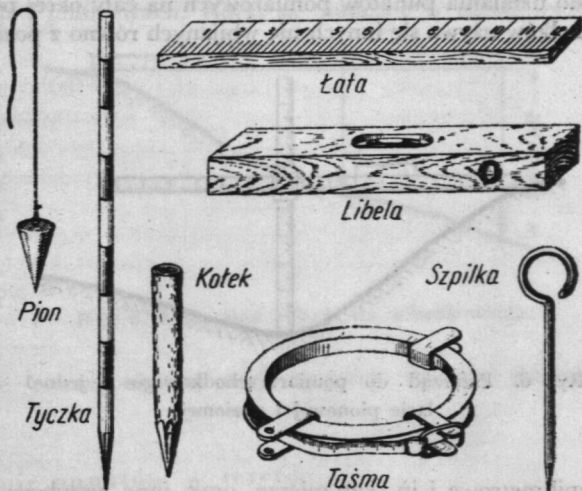
do terenu. Konieczne są dwa piony. Różnice wysokości w terenie wyznaczamy w ten sposób, że w równych najczęściej odstępach długości mierzonych na łać, np. co 1 m, przykładamy pion do skali łąty i od góry odmierzamy w dół metrówką aż do miejsca uderzenia pionu o grunt.

5. Poziomica, inaczej libela, może być specjalna i bardzo precyzyjna albo prosta murarska. Służy do wyrównania do poziomu łąty lub do pionu podobnej łąty albo tyczki (rys. 4).

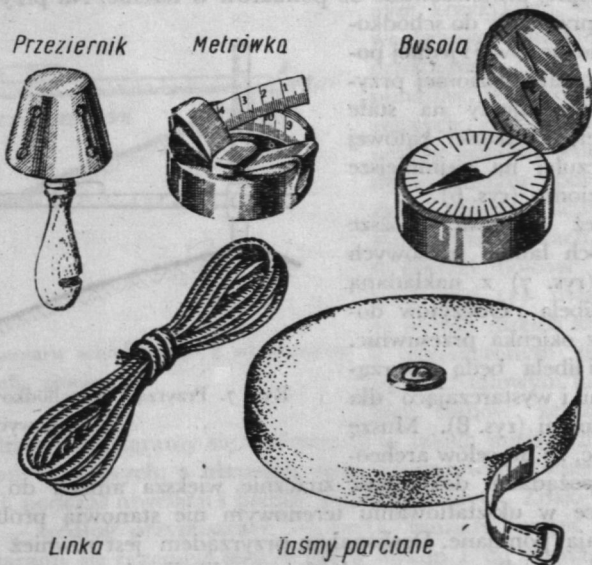
6. Busola, najlepsza o tarczy obrotowej, z jednym brzegiem prostym i poskalowanym. Służy do określania kątów między punktami lub przedmiotami w terenie oraz stron świata. Czasami busolę zaopatrują w przezierniki, lusterka i inne urządzenia pomocnicze (rys. 5).

7. Dwumetrówka stalowa lub drewniana do składania używana jest do pomiaru wysokości przy pionie i innych odległościach w terenie w poziomie i pionie (rys. 5).

8. Taśmy miernicze — stalowa i parczana (dwie sztuki), używane bywają do podstawowych pomiarów długości w poziomie (rys. 5).



Rys. 4. Przyrządy pomiarowe.



Rys. 5. Przyrządy pomiarowe.

9. Szpilki stalowe długości 30 cm, średnicy 3 mm — dwa komplety po 11 sztuk — służą do zaznaczania w terenie punktów domierzanych i obliczania przy tym ilości pełnych taśm pomiaru prostej w terenie (rys. 4).

10. Linka długości 50 m jest przydatna do wyznaczania prostej między dwoma punktami w terenie bez konieczności żmudnego tyczenia dla każdego punktu z osobna (rys. 5).

11. Kołki drewniane (rys. 4) długości 40 do 50 cm, o średnicy około 6 do 10 cm służą do ustalania punktów pomiarowych na cały okres pomiarów i badań w terenie. Oprócz tych kołków używa się innych nie wbijanych równo z poziomem terenu dla oznaczenia tych pierw-

szych, ażeby nie trudno było je odnaleźć w razie potrzeby. Te drugie kołki zaopatrzuje się w numery i napisy.

12. Deska połowa najlepsza jest specjalna do rysowania w terenie, ale możemy się posłużyć także zwykłą deską rysunkową lub dyktą, do której umocowujemy papier podkładowy i właściwy arkusz papieru rysunkowego.

13. Przybory rysunkowe mogą być różne; zawsze będzie to zależne od tego, jakie zadania pomiarowe i rysunkowe będziemy mieli w terenie do wypełnienia. Ołówki, gumka, podziałki (najlepiej redukcyjne), przykladnice, kalka, papiery

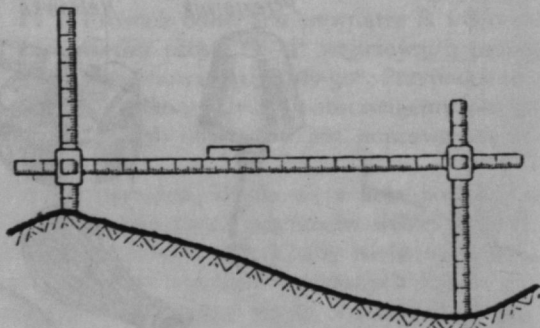
Rys. 6. Przyrząd do pomiaru schodkowego o jednej łacie pionowej i poziomej.

milimetrowe i in., kątomierze oraz inne przybory, jak tusze, kredki itd., zależnie od potrzeby, należy ustalić jeszcze przed wyjazdem w teren, aby brak jakiegokolwiek przedmiotu nie uniemożliwił pomiaru. Przydatny jest również przyborek rysunkowy z kompletem cyrkli, grafionów itp. Do tej listy dodać należy krótki podręcznik, który by pomógł wyjaśniać natychmiast wszelkie wątpliwości.

Oprócz wymienionych przyrządów możemy się czasami postarać o inne, szczególnie takie, które będą lepiej przystosowane do pomiarów w terenie. Na przykład bywają w użyciu bardziej złożone przyrządy do schodkowania o jednej łacie pionowej i jednej poziomej (rys. 6). Do łaty poziomej przykładamy lub umocowujemy na stałe dość dokładną libelę o wartości kątowej 5° — 10° , bardzo czulej na najmniejsze odchylenia od poziomu (rys. 6).

Można również stosować droższe przyrządy o dwóch łatach pionowych i jednej poziomej (rys. 7) z nakładaną lub umocowaną libelą. Odczytów dokonuje się poprzez okienka przesuwnic. Jedna łąta, pion i libela będą przyrządami najprostszymi i wystarczającymi dla archeologa dokładnymi (rys. 8). Muszę

tu odrazu wyjaśnić, że do celów archeologicznych jest pożądana dokładność znacznie większa aniżeli do innych, dla których nieznaczne różnice w ukształtowaniu terenowym nie stanowią problemów zasadniczych i najczęściej bywają pomijane. Doskonałym przyrządem jest również dość prosty w konstrukcji przyrząd do schodkowania z wbudowaną libellą pionową (rys. 9). Przyrząd ten jest tak skonstruowany, że przez przyłożenie jego kolanka do łaty pionowej równocześnie się ją pionuje i równocześnie się wyrównuje do poziomu przyrząd za pośrednictwem dwu libel: pionowej wbudowanej i poziomej. Po wyrównaniu można dokonać odczytu głębokościowego na łacie pionowej. Długości wypadają zawsze te same. W razie potrzeby możemy przesunąć

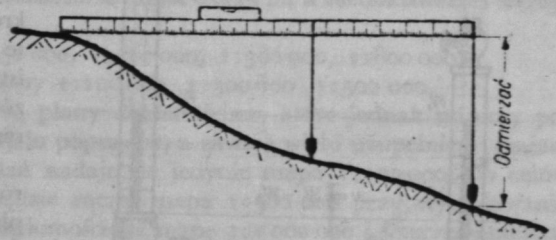


Rys. 7. Przyrząd do schodkowania o dwóch łatach pionowych.

łatę pionową na dowolny punkt podziałki poziomej i tu odczytać głębokość na dostawionej łacie pionowej albo też pionujemy i odczytujemy głębokość przez przyłożenie dwumetrówki.

Niwelator wodny jest zbudowany z dwóch rurek szklanych umocowanych do tarcz drewnianych poskalowanych w centymetrach i milimetrach. Rurki są osadzone w metalowych uchwytach trójkowych, zaopatrzone w kraniki. Takie same kraniki są umieszczone na górnych zakończeniach rurek. Dolne rurki są połączone rurką gumową długości około 30 m. Dłuższe rurki są nieodpowiednie, bo wówczas z powodu znacznych oporów nacynia połączenie nie działa prawidłowo.

Przed rozpoczęciem niwelacji nalewamy do rurek wody tak, by jedna szklana i cała gumowa były napelnione. Różnicę wysokości dwóch punktów w terenie wyznaczamy przez określenie



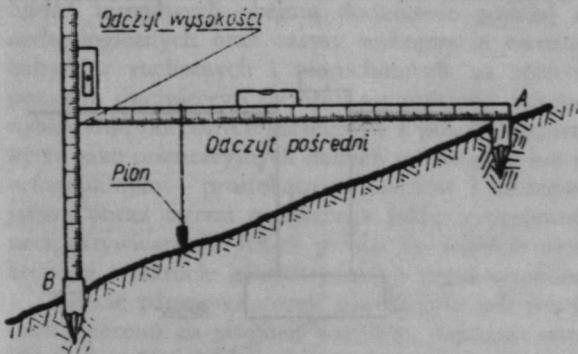
Rys. 8. Łata, pion i libela do schodkowania.

różnicy algebraicznej odczytów na obu skalach (rys. 10).

III. Oznaczenie punktów w terenie

Wszystkie ważniejsze punkty w terenie zaznaczamy trwale, osadzając, zależnie od ich ważności, duże gwoździe, kołki lub pale długości 80 cm o średnicy 10—15 cm, z gwoździem, drewniane, rury stalowe długości 50—70 cm, o średnicy 2—4 cm, słupy betonowe albo kamienne

15 × 15 cm lub 20 × 20 cm, długości do 70 cm, z wierzchołkiem oznaczonym krzyżykiem. Wysokości tych nowoobrazowanych punktów stabilizowanych oznaczamy przez zaniwelowanie do punktów w terenie o wysokościach znanych z map lub podanych przez urzędy pomiaru kraju, które znajdują się w każdym powiatowym mieście. Znaki niwelacji ściślej widzimy w miastach, miasteczkach, nad rzekami — w postaci bolców lub reperów. Repery (rys. 11) uwidocznione bywają w formie niskich słupków betonowych z umieszczonym na szczycie trzpieniem metalowym lub w postaci cienkich słupów żelaznych wkręcanych



Rys. 9. Przyrząd do pomiaru schodkowego z wbudowaną libellą pionową.

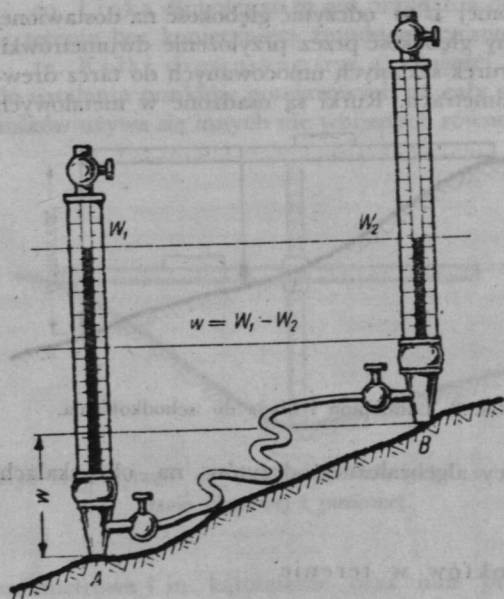
w żwir. Punkty stabilizowane staramy się umieszczać w takich miejscach, które nie zostaną zdjęte w okresie badań terenowych, a ułatwiają nam nawiązywanie wszelkich dalszych pomiarów niwelacyjnych podczas niwelacji i badań archeologicznych. Znaki drewniane umieszczamy wówczas, gdy — według przypuszczeń — będą musiały ustąpić miejsca wykopom. Taki znak później staramy się przenieść jeszcze raz w wykop i po zniwelowaniu powtórny i oznaczeniu różnicy wysokości między obecnym a dawnym położeniem otrzymamy wygodny punkt, do którego będzie nam łatwiej nawiązywać aniżeli do innych — może zbyt odległych. Zazwyczaj utrzymuje się punkty narożne arów jako punkty ustabilizowane na okres badań.

IV. Porównanie terenu z mapą

Poniżej przedstawię kolejne postępowanie podczas wykonywania zdjęć terenowych, podając dla niektórych momentów dodatkowe krótkie objaśnienia teoretyczne. Objaśnienia te będą niezbędne przy płaskich zdjęciach istniejących w terenie form albo jako wskazówka do wytyczania podobnych form w terenie, np. wykopów badawczych itp.

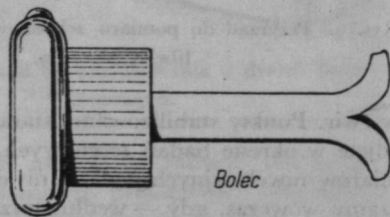
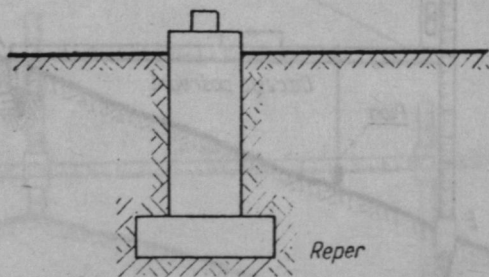
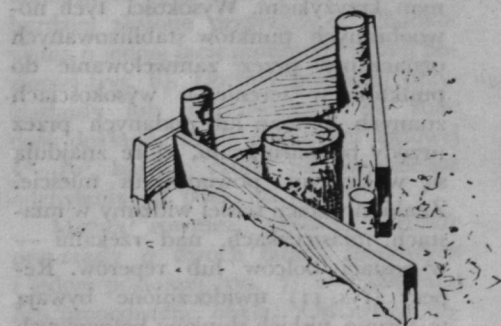
Pracę w terenie rozpoczynamy od porównania z nim mapy. Lepsze od map są plany wojskowe albo plany uzyskane z Urzędu Pomiaru Kraju albo plany katastralne. Porównanie kontynuujemy w celu nawiązania do form terenowych uwzględnionych na mapie lub w planie, a szczególnie dlatego, by zyskać jak najwięcej jak najbliższych punktów charakterystycznych terenowych oznaczonych na mapie z podaniem wysokości ponad poziom morza. Często osiągnąć to można przez zwykłą interpolację liniową na mapie poprowadzoną przez jakiś punkt lub formę wykreśloną na mapie a istniejącą w terenie,

łączyąc punkty o oznaczonej wysokości albo warstwie. Niektóre punkty charakterystyczne przydadzą się do sytuowania względem nich podstawowych linii pomiarowych.



Rys. 10. Niwelator wodny z węzłem gumowym.

łączyąc punkty o oznaczonej wysokości albo warstwie. Niektóre punkty charakterystyczne przydadzą się do sytuowania względem nich podstawowych linii pomiarowych.



Rys. 11. Oznaczanie punktów stałych zwanych reperami.

Rodzaje map

Dla różnych dzielnic Polski istnieją różne wydania planów i map. Znaczna ich część wydana została jeszcze przed pierwszą wojną światową przez państwa zaborcze.

Rosyjskie wydania kartograficzne istnieją w skalach dla planów: 1:21 000, 1:24 000, 1:25 000, dla map: 1:84 000, 1:126 000; Niemcy sporządzili mapę Rosji zachodniej w skali 1:100 000.

Austria wydała plany oparte na mapach katastralnych w skali 1:25 000, a mapy 1:75 000, 1:200 000, 1:750 000. W tych wydaniach wysokości są niższe o 0,25 m, a niedokładności sięgają czasami 9 m.

Niemieckie plany: 1:25 000, mapy 1:50 000, 1:100 000, 1:300 000, 1:800 000.

Polskie plany: 1:10 000, 1:20 000 i mapy 1:100 000, 1:300 000, 1:500 000.

Najbardziej pożądane dla archeologii są plany dokładniejsze, które jednak musimy porównywać z terenem i dokonywać nieraz wielu poprawek, a zawsze wielu uzupełnień i zmian. To samo dotyczy map, z których do badań nadaje się jedynie mapa 1:100 000. Do celów kartografii archeologicznej nadawać się będzie raczej mapa 1:500 000 przy wyszukiwaniu miejscowości, by do publikacji nanieść te wiadomości na mapę 1:1 000 000 i jeszcze mniejszą.

V. Zdjęcia terenowe

Pomiar terenu można oprzeć na wymienionych planach i mapach, ale można też wykonać zupełnie samodzielnie. Oczywiście określenia warstwic ponad poziom morza nie potrafimy dokonać bez pomocy odpowiednich przyrządów lub map.

Rozróżniamy dwa rodzaje pomiarów terenowych: poziome i pionowe — albo zespół obu tych rodzajów na jednej karcie. Plan katastralny jest planem poziomym, a warstwicowy — planem poziomym w połączeniu z pionowym, którego wyrazem graficznym są warstwice dające obraz pionowego ukształtowania terenu. Z planu warstwicowego możemy w każdej chwili uzyskać przekrój w żądanym miejscu i kierunku.

Zdjęcie poziome obejmuje wszelkie charakterystyczne punkty i formy w terenie: drzewa, domy, rowy, płoty, pomniki, place, drogi, zarysy pól i lasów itp. Zdjęcia te wykonane w czasie badań terenowych obejmą dodatkowo podział arowy przyjęty we wszystkich badaniach archeologicznych oraz zarysy wykopów z ewentualnym naniesieniem wszelkich odkrytych zabytków ruchomych i nieruchomych na różnych poziomach osadniczych; dla każdego poziomu osadniczego staramy się wykonać odrębne zdjęcie. Odrębność będzie polegała na naniesieniu odrębnych szczegółów z pozostawieniem siatki arowej i punktów charakterystycznych, jako orientacyjnych danych terenowych lub pomiarowych. Pomiar poziomy jest rzutem ortogonalnym — prostokątnym zarysów i szczegółów na płaszczyznę porównawczą ukazującym obraz terenu oglądanego jakby z ogromnej wysokości i bez uwzględnienia skrótów perspektywicznych. Rzecz prosta, że wszelkie nierówności terenowe i pochYLENIA będą wykreślone w skrócie geometrycznego rzutu ortogonalnego.

Zdjęcie pionowe, czyli niwelacyjne lub warstwicowe, dzięki możliwości odwzorowania rzeźby terenu za pomocą warstwic, dającego wszechstronniejsze pojęcie o kształcie terenu, jest najbardziej ścisłym i jedynie naukowo wartościowym sposobem rysunkowego odwzorowania terenu, do którego odnoszą się wszelkie prawa geometrii wykreślnej (rzuty cechowane). Ścisłość i naukowa pewność oraz możliwość przerywania prac i nakładania form każdorazowo na te same miejsca, dokonywania dowolnych przekrojów i jeszcze inne zalety predestynują pomiar warstwicowy do terenowych badań archeologicznych. Obydwa rodzaje zdjęć — poziome i pionowe — połączone z sobą ukazują wszelkie tajniki rzeźby terenu i zagospodarowania przestrzennego.

Wykonywanie zdjęcia poprawnego i zgodnego z prawami nauk ścisłych nie jest rzeczą trudną. Toteż poznawszy niektóre prawidła i podstawy starajmy się na wykopaliskach stosować ściśle metody pomiarowe, będąc świadomi tego, że tylko poprawne pomiary i dokumentacja z nich przydadzą się do dalszych badań i wysnuwania wniosków. Radzieccy archeologowie stosują obecnie te metody pomiarów, które są zawarte w niniejszym artykule, o czym miałem możność osobiście się przekonać. Wystarczy poznać kilka prostych, lecz ścisłych metod pomiaru poziomego i kilka pionowego i stosować je odpowiednio do zagadnienia,

Opiszę tu pokrótce niektóre metody pomiarowe, a w przykładowych objaśnieniach ograniczę się do sposobów, przy których będziemy mieli możliwość stosowania najprostszyc instrumentów mierniczych. Metodę oznaczania wysokości za pomocą kreskowania (stare mapy austriackie) pomijam w zupełności jako nieściśłą.

Granice dokładności są zależne od skali, w jakiej będzie się wykreślało plany. Długość na rysunku o wymiarze 0,5 mm jeszcze jest ściśle wyznaczalna, ale mniejsze wymiary są już nieuchwytnie i dlatego można ich właściwie nie uwzględniać podczas pomiarów. Uwzględnia się je czasem w zapiskach, które mają nam posłużyć do stworzenia planu jeszcze dokładniejszego aniżeli ten, którego początkowo potrzebujemy. Długość w terenie wynosząca 10 cm w skali 1:2 wyniesie na planie 5 cm, w skali zaś 1:5 zmniejszy się do 2 cm, w skali 1:10 wyniesie 1 cm, w skali 1:20 otrzymamy tylko 5 mm, w skali 1:50 zaledwie 2 mm. Granicę dokładności osiągniemy tu dla skali 1:200, kiedy 10 cm w terenie oddamy na rysunku odcinkiem wynoszącym 1/2 mm. Mniejsze odległości w skali 1:200 już nie będą mogły być praktycznie odmierzone na planie i dlatego pominiemy je albo zaokrąglimy do najbliższej wyższej lub niższej liczby. Granicą więc dokładności dla skali 1:200 jest 10 cm w terenie, czyli 0,5 mm na planie. Dla skali 1:5 granica dokładności wyniesie 2,5 mm, dla 1:10 — 5 mm, dla 1:50 tylko 2,5 cm, dla 1:100 aż 5 cm, jeszcze więcej będzie dla skali 1:500, bo granica dokładności pomiaru może być zaokrąglona aż do 25 cm, dla skali 1:1000 granica wynosi 50 cm, dla 1:5000 jest 2,5 m, a dla skali 1:100 000 granica dokładności wynosi 50 m, natomiast dla mapy 1:500 000 mamy 250 m, a dla 1:1 000 000 granica dokładności pomiaru osiąga długość 1/2 km.

Niektóre pomiary nasze będą później powiększane, dlatego też staramy się przy rysowaniu wpisywać wymiary bez zaokrągleń, z tym, że nigdy nie bierzemy pod uwagę pomiaru w naturze mniejszego od 1 cm. Każdego pomiaru należy dokonać co najmniej dwukrotnie: raz w jednym, a drugi raz w przeciwnym kierunku, a w wypadku, kiedy błąd dla danej odległości i skali mieści się w granicach dokładności, rozkładamy go proporcjonalnie na wszystkie kolejne odcinki.

VI. Metody pomiaru poziomego

Zależnie od form spotykanych w terenie przeznaczonym do wymierzenia lub wytyczenia w poziomie (planie), a także od dostępu do tych form, ich specyficznego kształtu, postępowanie podczas pomiaru nie zawsze bywa takie same. W każdym charakterystycznym wypadku użyjemy innej metody pomiarowej lub postaramy się skontrolować poprzedni pomiar inną metodą, co pozwoli nam z łatwością wykryć każdy najmniejszy błąd i zastrzyć dokładność pomiaru. Tu należy raz jeszcze podkreślić, że za dobry pomiar uważa się pomiar sprawdzony.

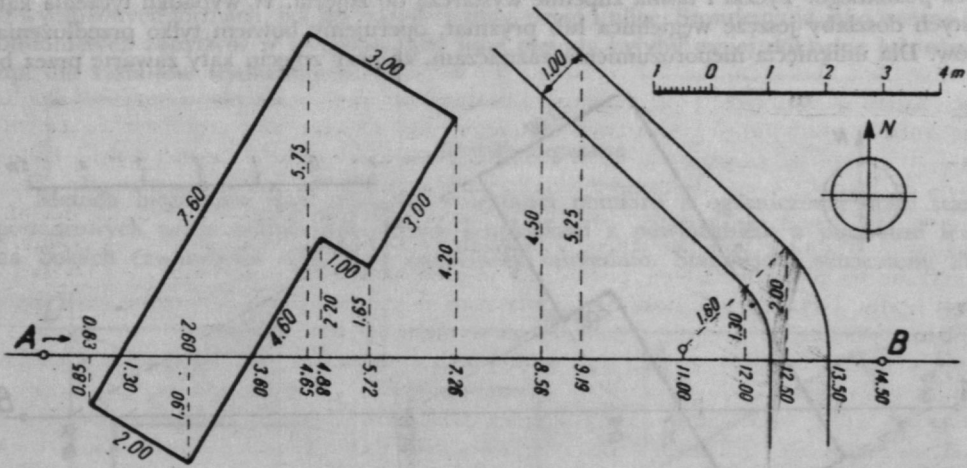
Metody pomiaru poziomego:

- 1 metoda współrzędnych,
- 2 „ dowiązania,
- 3 „ poprzeczek,
- 4 „ biegunowa,
- 5 „ trójkątów,
- 6 „ wcinania w przód,
- 7 „ obwodowa a) bez omijania punktów,
b) z omijaniem punktów.

1. Metoda współrzędnych

Tyczymy podstawę A—B i odmierzamy rzędne (rys. 12) wypisując je kolejno od początku pomiaru, tj. od punktu zerowego A, O, 00 m w kierunku drugiego punktu B. Odcięte odmierzamy (najlepiej równocześnie drugą taśmą) na prostopadłych do podstawy wyznaczanych za pomocą przyzmatu lub innym sposobem wyżej już omówionym. Wynik zapisujemy w metrach w sposób podany na rysunku obok. Cyfry wypisujemy w porządku takim, w jakim się

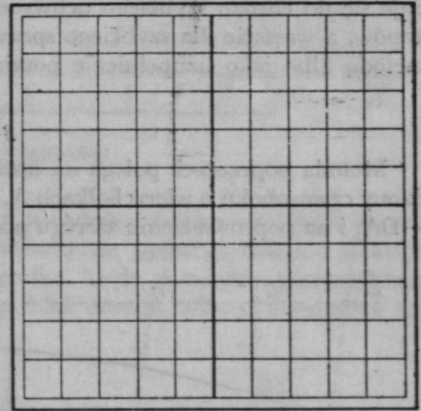
posuwamy z pomiarem po osi; cyfry odciętych raczej należy wpisywać na środku odcinka; tak samo postępujemy z wypisywaniem boków zdejmowanych form. Domierzanie linii obwodowych ma duże znaczenie dla dokładności całego pomiaru. Wszelkie krzywe uchwycimy



Rys. 12. Pomiar metodą współrzędnych.

przez obranie na nich kilku punktów w taki sposób, aby należycie oddawały obłocę linii. W czasie wykonywania pomiaru wykreślamy równocześnie szkic odręczny. Pomiar metodą współrzędnych możemy zastosować zarówno przed rozpoczęciem eksploracji przy tyczeniu wykopów, jak również wówczas, gdy odkrywka została już zrobiona i musimy ją nanieść na plan w skali i proporcjach; w ten sposób będziemy przede wszystkim nanosić wszelkie formy odkryte jak np. budynki, ulice, drogi, jamy itp. Metodą współrzędnych posłużyć się też możemy przy odrzucaniu poszczególnych zabytków ruchomych, bez względu na wymiar; wówczas, gdy je musimy nanosić na plan.

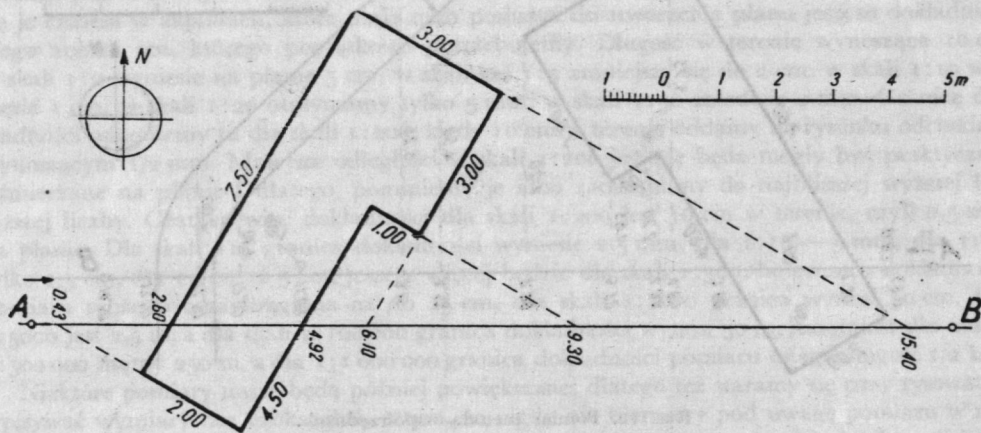
Nanoszenie większej ilości różnych form lub zabytków ruchomych oraz szczegółów ułatwia prosty przyrząd zwany siatką (rys. 13). Jest to rama drewniana lub z kątowniki duraluminiowej o wymiarach około 2 x 2 m, na którą naciągnięto druty, grubsze co 1 m i 50 cm, cieńsze co 10 cm. Siatka taka położona w terenie poziomo albo postawiona przy przekroju pionowo umożliwia szkicowanie w skali i wymiarach. Do tyczenia licznych kątów prostych zastosować możemy trójkąt z lat o bokach 3 m x 4 m x 5 m. Taki trójkąt należy stosować tylko dla krótszych odciętych. Bok trójkąta ponad 4 m przedłużamy cienkim sznurkiem wyprężając go po przyprostokątnej aż do pożądanej odległości, która ze względów dokładnościowych nie powinna przekraczać 20 m.



Rys. 13. Siatka, przyrząd pomocniczy do rysowania w terenie ścian wykopu.

2. Metoda dowiązania

Metoda dowiązania polega na przedłużaniu zarysów mierzonych zespołów aż do przecięcia z podstawami uprzednio dokładnie wytyczonymi. Jest to bardzo łatwy i szybki sposób pomiaru poziomego. Tyczki i taśma zupełnie wystarczą do zdjęcia. W wypadku tyczenia kątów prostych doszłaby jeszcze węgielnica lub pryzmat, operujemy bowiem tylko przedłużeniami boków. Dla uniknięcia nieporozumienia zaznaczam, że przy zdjęciu kąty zawarte przez boki

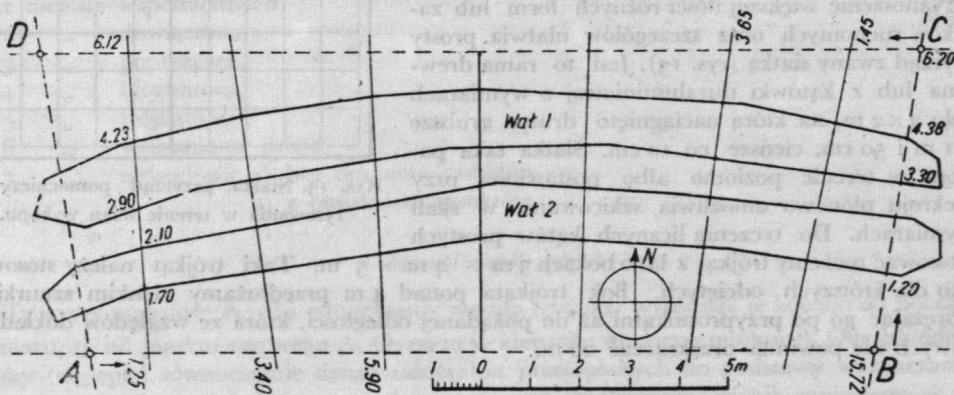


Rys. 14. Pomiar metodą dowiązania.

przedmiotów zostaną określone jedynym przedłużeniem boku do podstawy. Dla kontroli dokładności odmierzamy również boki obwodu. Dokładność zwiększa się tym bardziej, im bardziej kąt przecięcia podstawy A—B będzie zbliżony do kąta 45° . Metoda dowiązania nadaje się do bardzo szybkiego uchwycenia zarysów budynków, fundamentów odkrytych i wykopów, a wreszcie dla szybkiego sprawdzenia dokładności pomiarów przeprowadzonych inną metodą albo jako uzupełnienie pomiaru.

3. Metoda poprzeczek

Metoda poprzeczek polega na uprzednim wytyczeniu w sposób bardzo dokładny i sprawdzony czworoboku o wierzchołkach A, B, C, D, złożonego z czterech podstaw AB—BC—CD—DA, i na poprowadzeniu szeregu poprzeczek, tj. linii poprzecznych, w taki sposób, by prze-

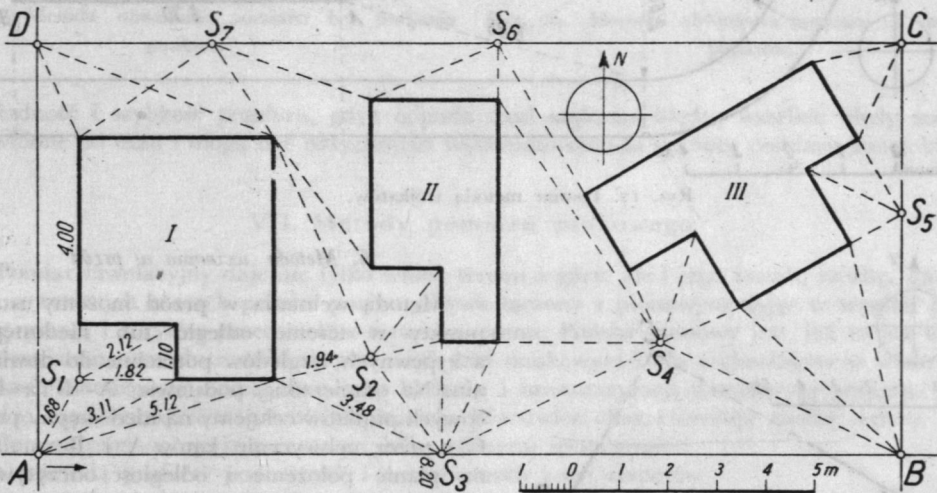


Rys. 15. Pomiar metodą poprzeczek.

cinają zarysy zdejmowanego obiektu w jego charakterystycznych punktach. Pomiar punktów przecięć na prostych i poprzeczkach umożliwia wykreślenie w skali zdjętego obiektu. Pomiar i zapisywanie odbywa się nie poszczególnymi odcinkami, ale w podobny sposób, jak to uwidocznione zostało na rysunku 15. Jest to metoda nadająca się najbardziej do obiektów zawitych, o wydłużonych formach, jak np. zarysy wałów, drogi i ulice. Stosujemy ją jako wtórne zdjęcie odsłoniętych zabytków w wypadku, gdy inne metody byłyby mniej dokładne lub niecelowe, np. dla kształtów wydłużonych.

4. Metoda biegunowa

Metoda biegunowa daje możliwość wykonania pomiaru z ograniczonej ilości stanowisk pomiarowych przez odmierzanie kątów i odległości z powiązaniem z punktami leżącymi na bokach czworoboku ABCD wymierzonego uprzednio. Stanowiska oznaczamy literami

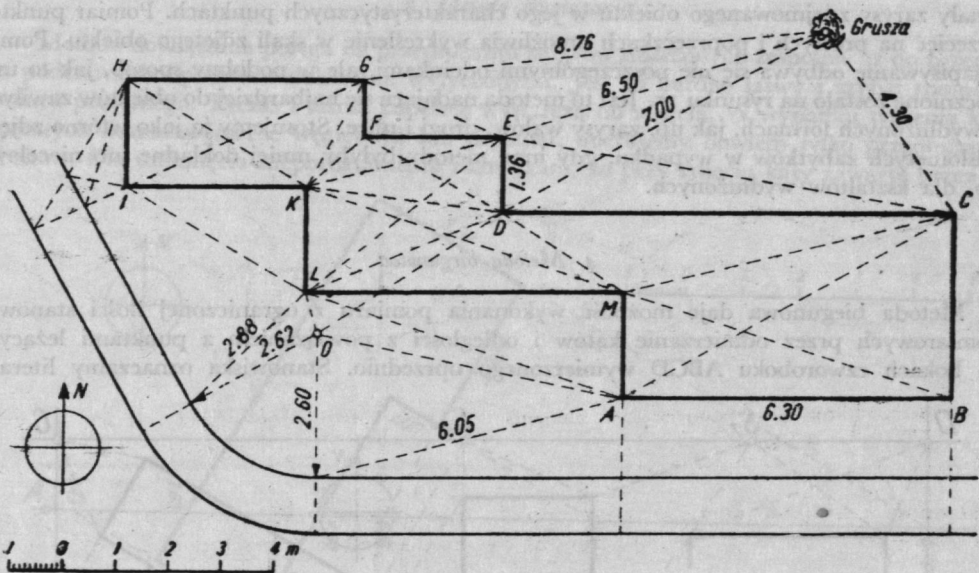


Rys. 16. Pomiar metodą biegunową.

S, S_1, S_2, \dots Metoda biegunowa nadaje się w wypadku posiadania dobrego stolika lub instrumentu umożliwiającego pomiar kątów, a czasem możemy się posłużyć dobrą i dokładną busolą. Metoda ta jest szczególnie przydatna w wypadku, kiedy pomiędzy poszczególnymi elementami pomiaru znajduje się jakaś przeszkoda, np. blok domów, albo w przypadku form zawitych.

5. Metoda trójkątów

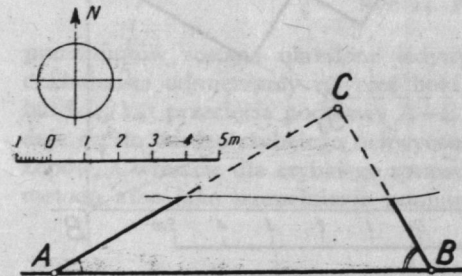
Metoda trójkątów jest bardzo zbliżona do biegunowej, z tą różnicą, że pomiar kątów odpada całkowicie, a wskutek tego stanowisk pomiarowych musi odpowiednio przybyć. Metoda trójkątów jest bardzo prosta; daje dokładne wyniki bez konieczności używania cennych narzędzi i instrumentów optycznych — wystarczy taśma pomiarowa. Trzy punkty wyznaczają płaszczyznę i usztywniają boki trójkąta wyznaczonego w terenie. Boki sąsiednich trójkątów obieramy tak, ażeby były wspólne. Metody tej używamy często przy zdjęciach sytuacyjnych, jak np. przy ustalaniu sytuacyjnym zespołu kurhanów, ustalaniu kierunków murów odsłoniętych i form nierównoległych, a także dla sprawdzania przekątnymi czworoboków lub pomiarów wykonanych inną metodą.



Rys. 17. Pomiar metodą trójkątów.

6. Metoda wcinania w przód

Metodą wcinania w przód możemy ustalać punkty w terenie odległe lub niedostępne, a z pewnych względów potrzebne do dowiązania. Na odmierzonej podstawie A—B z końcowych punktów celujemy na niedostępny punkt C, a przez uchwycenie kątów A i B ustalamy na planie położenie i odległość odczytywaną w skali punktu C, bez konieczności bezpośredniego pomiaru w terenie. Metoda ta ma szczególne zastosowanie w zdjęciach stolikowych



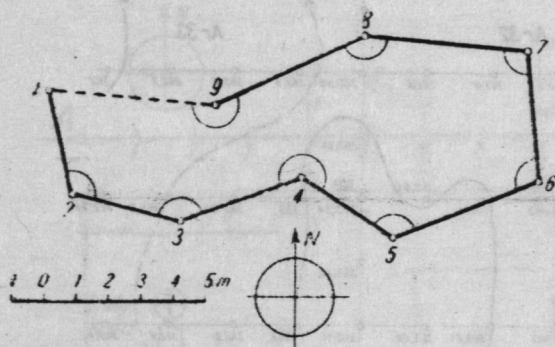
Rys. 18. Metoda wcinania w przód.

oraz przy dowiązywaniu do stałych punktów terenowych koniecznych do określenia naszego położenia w terenie lub jakiegokolwiek innego przedmiotu względem znanego punktu.

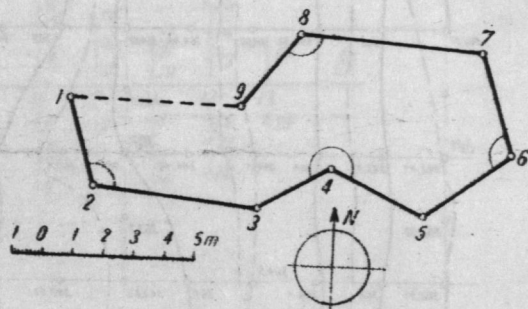
7. Metoda obwodowa

Metoda zdejmowania obwodowa bez omijania punktów, a także z omijaniem punktów, polega na wyznaczeniu obwodu, czyli poligonu o wierzchołkach 1, 2, 3, 4... z oznaczeniem kątów i długości boków. Boki poligonu posłużą potem za podstawy pomiaru innymi wyżej omówionymi metodami. Poligon może być zamknięty lub — jak na rysunku — otwarty. Metody obwodowej używamy w najtrudniejszych warunkach pomiaru w lasach, jaskiniach, pomiędzy domami itp. Kąty określamy na każdym lub na co drugim wierzchołku poligonu.

Wszelkich pomiarów prostych dokonujemy w terenie płaskim po powierzchni taśmą co najmniej dwukrotnie: raz w jednym, a drugi raz w przeciwnym kierunku. W terenie o większych nachyleniach pomiar odbyć się musi schodkowaniem, oczywiście bez potrzeby odmierzania głębokości, bo chodzi tylko o pomiar długości. Do pomiarów staramy się zastosować najprostszą i najbardziej celową metodę lub zespół kilku metod na raz. Mieszanie metod jest zależne także od zmienności warunków terenowych, poza tym przez mieszanie zwiększamy



Rys. 19. Metoda obwodowa pomiaru bez omijania punktów.



Rys. 20. Metoda obwodowa pomiaru z omijaniem punktów.

dokładność i szybkość pomiaru, gdyż odpada trud szukania błędów; wszelkie błędy zostają ujawnione od razu i mogą być natychmiast wyeliminowane za pomocą pomiaru kontrolnego.

VII. Metody pomiaru pionowego

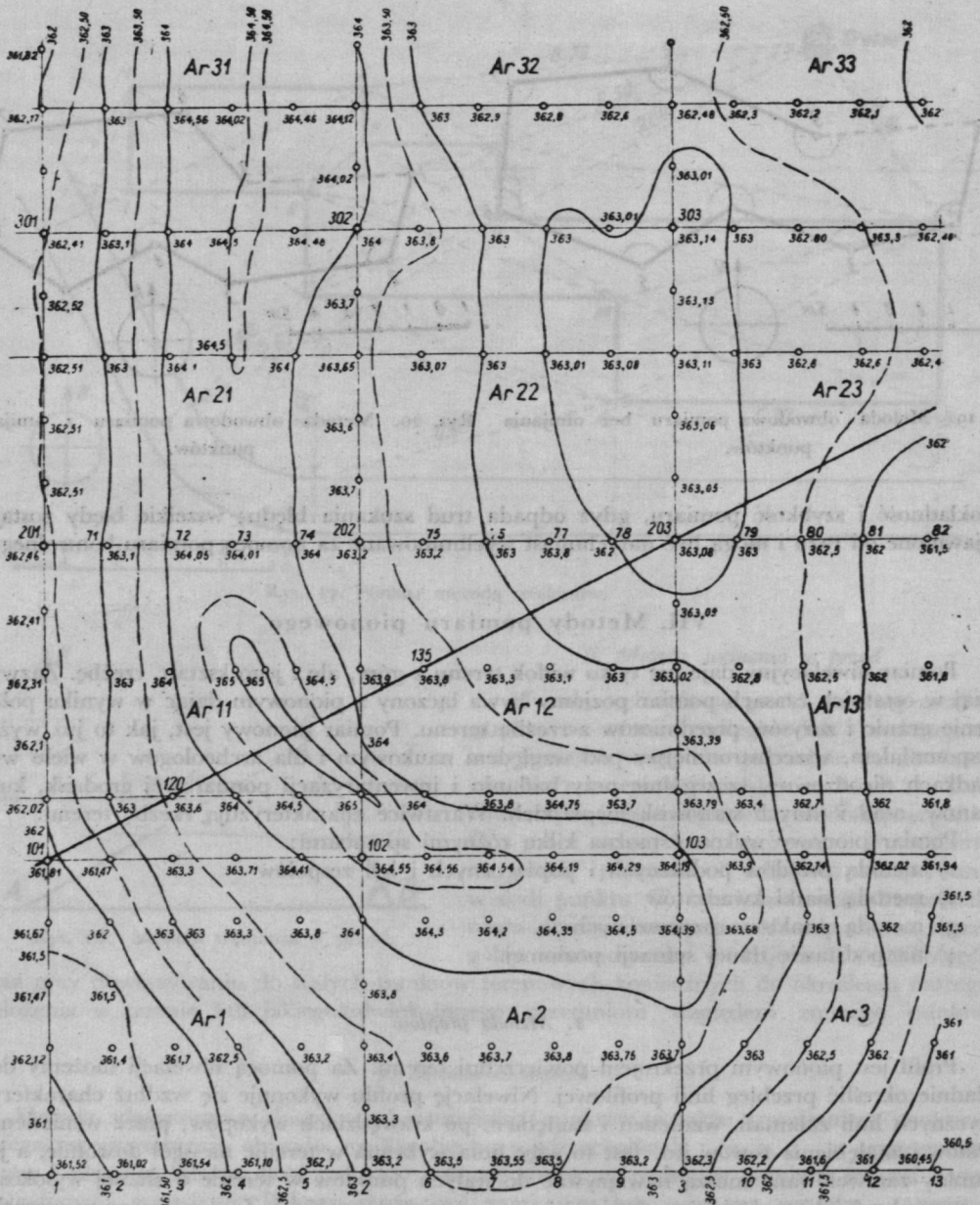
Pomiar niwelacyjny daje nie tylko widok terenu z góry, ale i jego kształt, rzeźbę. Zazwyczaj w ostatnich czasach pomiar poziomy bywa łączony z pionowym dając w wyniku położenie granic i zarysów przedmiotów z rzeźbą terenu. Pomiar pionowy jest, jak to już wyżej wspomniałem, wszechstronniejszy pod względem naukowym i dla archeologów w wielu wypadkach nieodzowny, szczególnie przy badaniu i inwentaryzacji pomiarowej grodzisk, kurhanów, osad i innych stanowisk nieplaskich. Warstwice charakteryzują rzeźbę terenu.

Pomiar pionowy wykonać można kilku różnymi sposobami:

- 1) metodą profilów podłużnych i poprzecznych i ich zespołów
- 2) metodą siatki kwadratów
- 3) metodą punktów rozproszonych
- 4) na podstawie danej sytuacji poziomej.

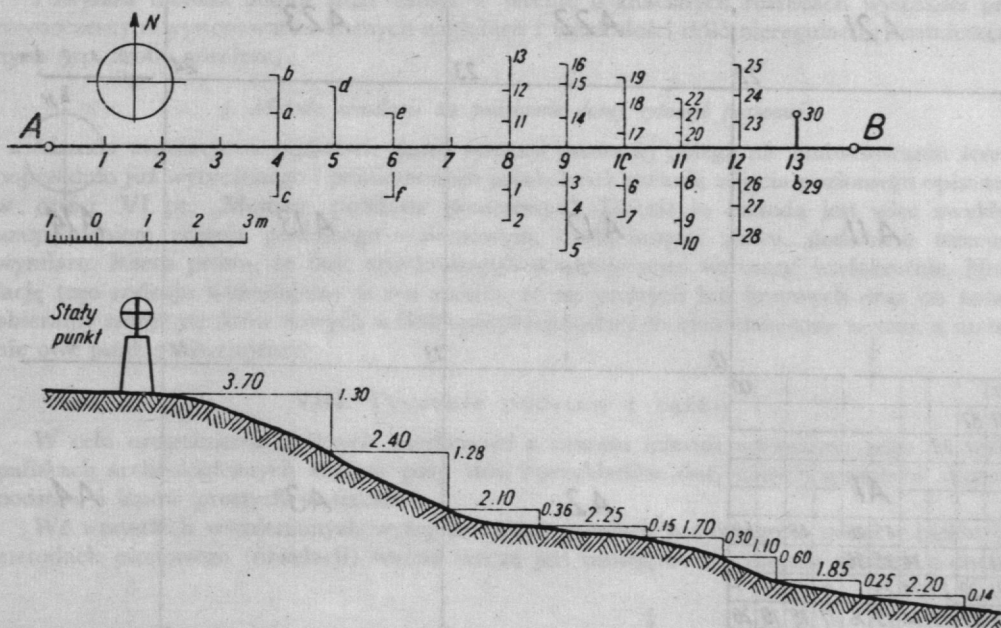
1. Metoda profilów

Profil jest pionowym przekrojem powierzchni terenu. Za pomocą niwelacji możemy dokładnie określić przebieg linii profilowej. Niwelację profilu wykonuje się wzdłuż charakterystycznych linii załamania, wzniesień i zagłębień, po krawędziach wykopów, przez wzniesienia wałów i zagłębienia rowów itd. Jest to więc linia wybrana w terenie na ogół dowolnie, a jej punkty zaniwelowane muszą nawiązywać do stałych punktów w terenie o znanej wysokości n. p. m., by dzięki znalezionym różnicom wyznaczyć inne wysokości. Zaniwelowane powierzchnie terenowe oraz zaniwelowane i wykreślone profile uzupełniamy po przekopaniu wykreślając granice warstw kulturowych i przyrodniczych, nanosząc konstrukcje oraz poszczególne zabytki ruchome. Przy nanoszeniu tych dalszych szczegółów nie do niwelacji, nie jest ona konieczna; wystarczy prosty domiar metrówką po profilu od jego górnej powierzchni albo za pomocą siatki drucianej. Metoda profilów szczególnie nadaje się do nawiązywania z punktem stałym o oznaczonej wysokości, a znajdującym się w znacznej stosunkowo odległości od miejsca głównego pomiaru. Niwelację luźnych długich a wąskich wykopów zwiadowczych oraz wszelkie długie a wąskie pomiary (po osi drogi) rowów, wałów, brzegów rzek



Rys. 21. Metoda pomiarowa profilów.

i tarasów najłatwiej jest wykonać metodą profilów podłużnych. W ostatnim wypadku oprócz niwelacji podłużnego profilu w razie potrzeby stosujemy dodatkowe krótkie profile poprzeczne, których niwelowane punkty musimy nawiązywać do punktu przecięcia z głównym profilem podłużnym. Nieco szerszy, ale również bardzo długi teren możemy zdjąć przez poprowadzenie do profilu podłużnego (podstawy AB) — szeregu prostopadłych profilów poprzecznych różnej długości, zależnie od potrzeby. W tym wypadku najlepiej jest prowadzić profile poprzeczne



Rys. 22. Sposób pomiaru profilu od punktu stałego.

w równych odstępach wychodząc z rytmu w miejscach charakteryzujących odmiennie rzeźbę terenu.

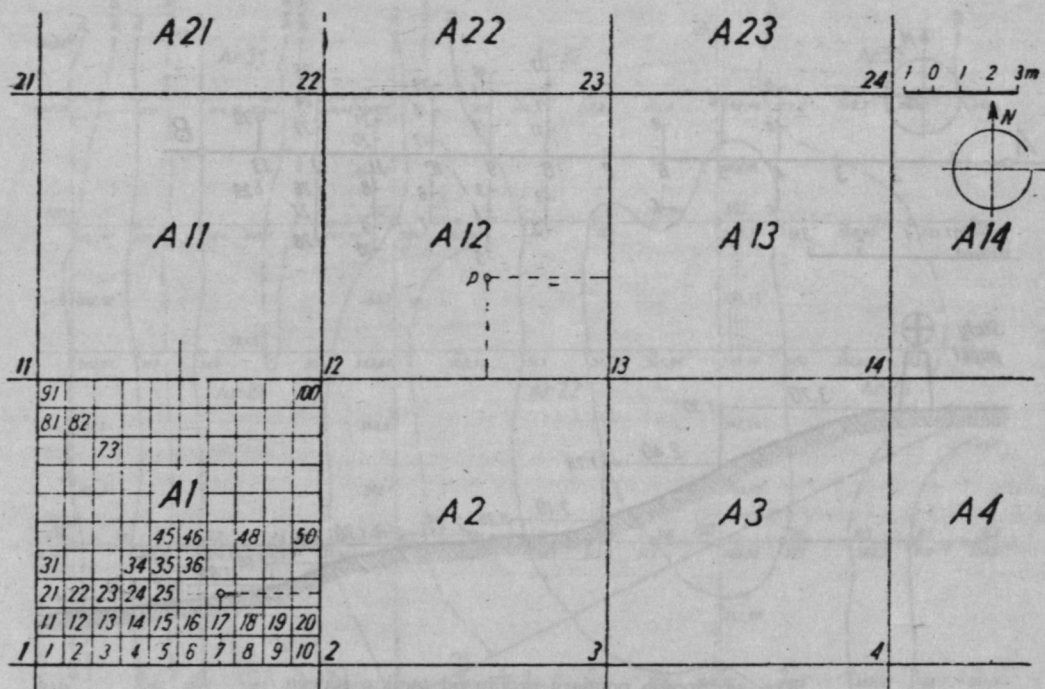
Cały profil podłużny i wszystkie poprzeczne możemy zaniwelować schodkowaniem, z tym zastrzeżeniem, że punktem wyjścia powinien być punkt stały w terenie, o znanej wysokości n. p. m. (rys. 22).

2. Metoda siatki kwadratów

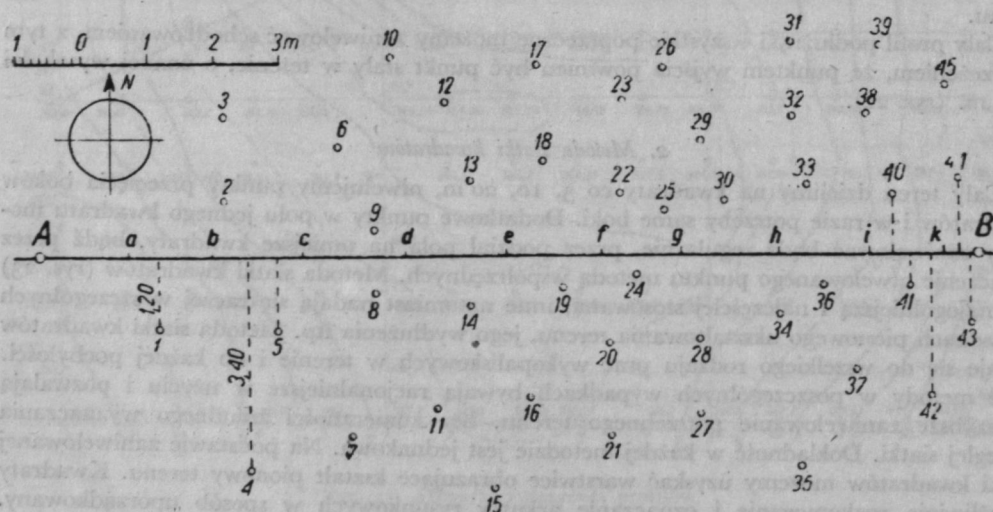
Cały teren dzielimy na kwadraty co 5, 10, 20 m, niwelujemy punkty przecięcia boków kwadratów i w razie potrzeby same boki. Dodatkowe punkty w polu jednego kwadratu możemy zaniwelować bądź regularnie, przez podział pola na mniejsze kwadraty, bądź przez oznaczenie niwelowanego punktu metodą współrzędnych. Metoda siatki kwadratów (rys. 23) jest najogólniejszą i najczęściej stosowaną, inne natomiast nadają się raczej w szczególnych wypadkach pionowego ukształtowania terenu, jego wydłużenia itp. Metoda siatki kwadratów nadaje się do wszelkiego rodzaju prac wykopaliskowych w terenie i do każdej pochyłości. Inne metody w poszczególnych wypadkach bywają racjonalniejsze w użyciu i pozwalają na szybsze zaniwelowanie potrzebnego terenu, bez konieczności żmudnego wyznaczania rozległej siatki. Dokładność w każdej metodzie jest jednakowa. Na podstawie zaniwelowanej siatki kwadratów możemy uzyskać warstwicę obrazującą kształt pionowy terenu. Kwadraty umożliwiają rozkopywanie i oznaczanie arkuszy rysunkowych w sposób uporządkowany. Badacze najczęściej dzielą teren na ary, tj. na kwadraty o bokach wynoszących po 10 m długości, o powierzchni 100 m kw. W terenie bardziej urozmaiconym siatkę zagęszczamy.

3. Metoda punktów rozproszonych

Metoda punktów rozproszonych polega na obraniu punktów najbardziej charakteryzujących zagłębienia i wzniesienia terenu poza podstawą zdjęcia oraz na zaniwelowaniu



Rys. 23. Metoda siatki kwadratów.



Rys. 24. Metoda punktów rozproszonych.

podstawy i punktów rozproszonych. Podstawa i punkty poza nią leżące muszą być dokładnie wymierzone, aby ich położenie było ściśle określone, niwelacją bowiem wyznaczamy jedynie ich wysokości. Zadanie to wykonujemy w praktyce w ten sposób, że okółkowujemy i opisujemy punkty na podstawie i poza nią, a następnie rozpoczynamy pomiar i niwelację. Przy schodkowaniu — równocześnie (rys. 24).

Powyższa metoda oddaje duże usługi w terenie o znacznych różnicach wysokości przy równoczesnym występowaniu licznych zagłębień i wyniosłości dość nieregularnie rozmieszczonych (np. zroby górnicze).

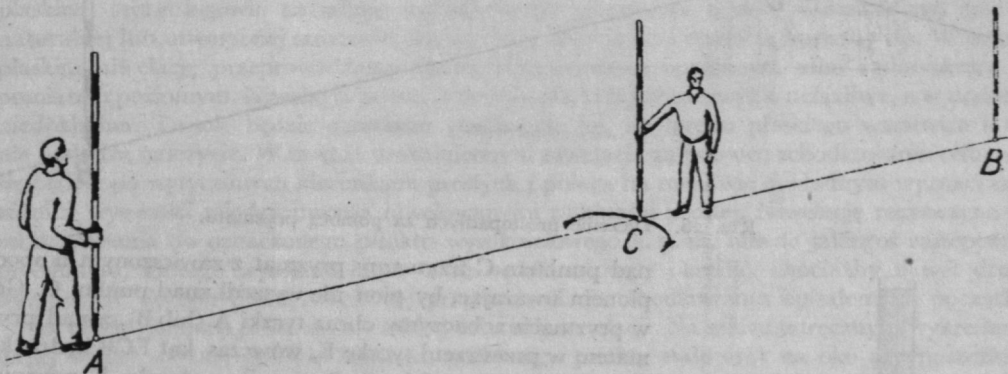
4. Metoda niwelacji na podstawie danej sytuacji poziomej

Metoda niwelacji na podstawie danej sytuacji poziomej polega na zaniwelowaniu terenu poprzednio już wytyczonego i pomierzonego jakąkolwiek metodą zdjęcia poziomego opisanego w części VI pt. „Metody pomiaru poziomego”. Zdjęcie tą metodą jest więc zwykłym uzupełnieniem zdjęcia poziomego — pionowym, czyli, innymi słowy, dodaniem trzeciego wymiaru. Rzecz prosta, że ilość niwelowanych punktów musi wzrosnąć wielokrotnie. Niwelację tego rodzaju wykonujemy w ten sposób, że na prostych lub krzywych oraz na polach obieramy szereg punktów nowych w ilości proporcjonalnej do ukształtowania terenu, a następnie owe punkty niwelujemy.

VIII. Tyczenie podstaw i kątów

W celu uzupełnienia ogólnych wiadomości z zakresu miernictwa przydatnego na wykopalskach archeologicznych dodam parę słów i przykładów dotyczących sposobów tyczenia podstaw i kątów prostych w terenie.

We wszystkich wymienionych wyżej metodach pomiaru poziomego, a także w niektórych metodach pionowego (niwelacji) ważną rzeczą jest umiejętne wytyczenie prostej, podstawy

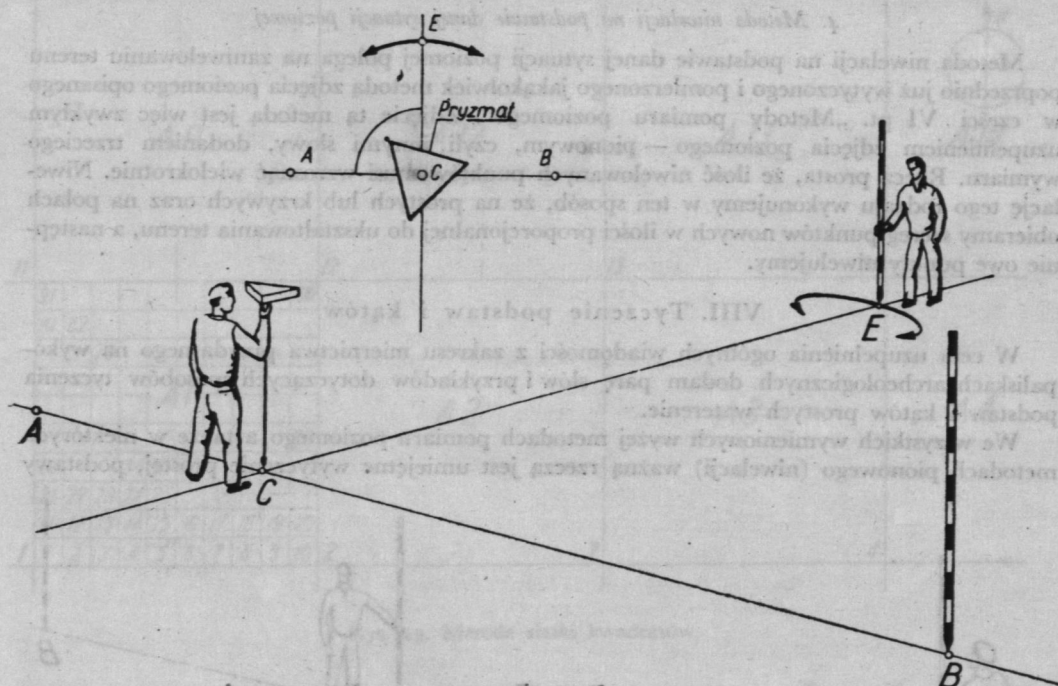


Rys. 25. Tyczenie prostych.

w terenie. Podstawa jest śladem przekroju terenu płaszczyzną pionową i zarazem rzutem krzywizny owego śladu na płaszczyznę porównawczą prostopadłą do płaszczyzny tnącej. Podstawa na rysunku będzie linią prostą. Tyczenie odbywa się w terenie następująco: obieramy dwa dość odległe od siebie punkty (rys. 25) pamiętając o konieczności nawiązania do stałych punktów w terenie; utrwalamy te punkty za pomocą kółków i wbijamy obok nich tyczki. Tyczki muszą tkwić w gruncie pionowo, co można osiągnąć za pomocą pionu i libelli. Po ustaleniu punktów A i B przystępujemy do tyczenia punktów pośrednich C znajdujących się wewnątrz punktów A i B. Wizując okiem na obie równocześnie tyczki, A i B, tak aby się wzajemnie pokrywały, dajemy znaki ręką w lewo bądź w prawo pomocnikowi mającemu trzecią tyczkę C — aż do momentu, gdy wszystkie tyczki zejdą się w jednej płaszczyźnie. Następnie dajemy znak wbicia tyczki C w grunt, jeszcze raz sprawdzamy, a po wyjęciu z gruntu tyczki C wbijamy kolek. Przez dodatkowe wizowanie tyczek nad kółkiem i wbicie w kolek gwoźdźnia możemy bardzo dokładnie ustalić położenie punktu C. Przy mniejszych odległościach wystarczy naprężyć między ustalonymi punktami sznurek cienki a mocny, odmierzyć i wbić kolek.

Tyczenie prostopadłych

Tyczenia kątów prostych można dokonać za pomocą pryzmatu. Tu może być kilka zagadnień. Do podstawy A—B z punktu C chcemy poprowadzić prostopadłą C—E. W tym celu



Rys. 26. Tyczenie prostopadłych za pomocą pryzmatu.

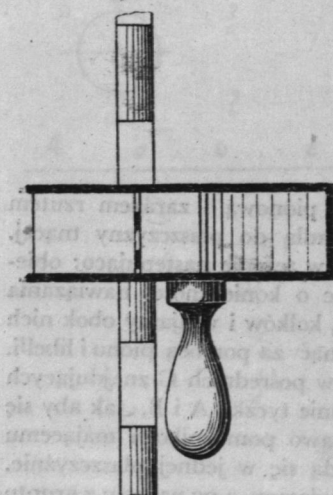
nad punktem C trzymamy pryzmat z zawieszonym u spodu pionem uważając, by pion nie wyszedł znad punktu C. Gdy w pryzmacie zobaczymy obraz tyczki A (lub B), a nad pryzmatem w przestrzeni tyczkę E, wówczas kąt ECB będzie kątem prostym (rys. 26 i 27). Pomocnik z tyczką E powinien być kierowany gestami jednej ręki. Czasem zagadnienie może być odwrócone: do danego punktu E poza podstawą szukać będziemy punktu C leżącego pod kątem prostym na podstawie A—B. Nieznany jest teraz punkt C. Zasada pozostanie ta sama, tylko nad punktem E umiścimy tym razem tyczkę pionowo, a nad podstawą będziemy się posuwali z pryzmatem i pionem, aż obraz tyczki B pokryje się z widokiem tyczki E. W ten sposób nie znany punkt C zostanie wytyczony, a prosta CE będzie prostopadła do AB.

Innym sposobem tyczenia prostopadłej w terenie będzie zastosowanie twierdzenia Pitagorasa:

$$a^2 + b^2 = c^2$$

Zamiast liter abc wstawiamy odpowiednie liczby spełniające warunek równości, np.:

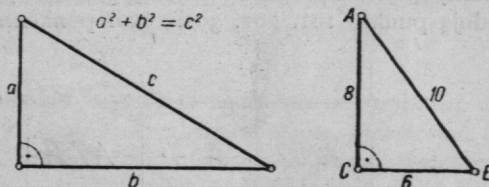
$3^2 + 4^2 = 5^2$, gdyż $9 + 16 = 25$. Również liczby wielokrotne 6, 8, 10 spełniają równanie (p. rys. 28).



Rys. 27. Obraz tyczki w pryzmacie pokrywa się z tyczką w terenie gdy tyczki znajdują się na prostych prostopadłych.

W praktyce postąpimy tak: z punktu A wytyczymy odcinek wynoszący 6 m na podstawie do jakiegoś punktu C, z tego zaś punktu C wymierzimy 8 m w kierunku przypuszczalnego położenia szukanego punktu E. Teraz taśmę uchwycimy i zagniemy, by po wyciągnięciu i odmierzeniu 10 m (tj. otrzymamy odczyt 18 m) do punktu A ustalić położenie punktu E, a tym samym i kąt prosty ACE (rys. 28).

W razie konieczności wielokrotnego wyznaczania kąta prostego, przy niewielkiej długości rzędnych, możemy zbicić z listew trójkąt np. o bokach wynoszących 3 m, 4 m i 5 m i takim trójkątem wyznaczać kąty proste. Tego rodzaju trójkątem posłużymy się w obrębie ara, a także wówczas, gdy pracujemy metodą profilów poprzecznych.



Rys. 28. Zastosowanie twierdzenia Pitagorasa do tyczenia kątów prostych w terenie.

IX. Niwelacja za pomocą schodkowania

Niwelacja terenu za pomocą schodkowania, jak to już na wstępie zaznaczyłem, należy do pomiarów ścisłych pod względem naukowym, a nadaje się szczególnie do stosowania w terenie o większych pochyłościach. W badaniach terenowych, z wyjątkiem niektórych stanowisk płaskich, archeologowie natrafiają najczęściej na stanowiska o dość urozmaiconej rzeźbie naturalnej lub utworzonej sztucznie, jak wały w grodziskach i osadach, kurhany itp. W terenie płaskim niwelację przeprowadzamy raczej instrumentem optycznym albo zadawaliśmy się pomiarem poziomym. Niwelacja prosta w terenie płaskim jest niezwykle uciążliwa, a w dodatku niedokładna. Tu nie będzie grzechem pominięcie jej, bo terenu płaskiego warstwie i tak nie oddadzą należycie. W terenie urozmaiconym niwelacja za pomocą schodkowania odbywać się będzie po wytyczonych kierunkach prostych i polega na możliwie dokładnym wyznaczeniu różnicy wysokości między dwoma niwelowanymi punktami prostej. Niwelację rozpoczyna się od nawiązania do oznaczonego punktu wysokościowego n. p. m. lub do jakiegoś zastępczego przedmiotu, którego wysokość łatwo nam będzie z mapy określić, chociażby nawet drogą interpolacji. Sposób posługiwania się przyrządami do schodkowania opisałem na początku.

W czasie pomiaru prowadzimy szkic i dziennik niwelacji. Na szkicu odręcznym wykreślamy mniej więcej w skali wszelkie kierunki, podstawę, punkty stałe oraz na oko przypuszczalny przebieg warstwic. Wszystkie zaniwelowane punkty numerujemy takim systemem, który by nam dawał najlepszą przejrzystość.

Postaram się podać przykład niwelacji grodziska. Dla przejrzystości wezmę tylko fragment niwelacji oraz opiszę po kolei wszelkie czynności, z założeniem, że niwelację wykonuję metodą siatki niwelacyjnej.

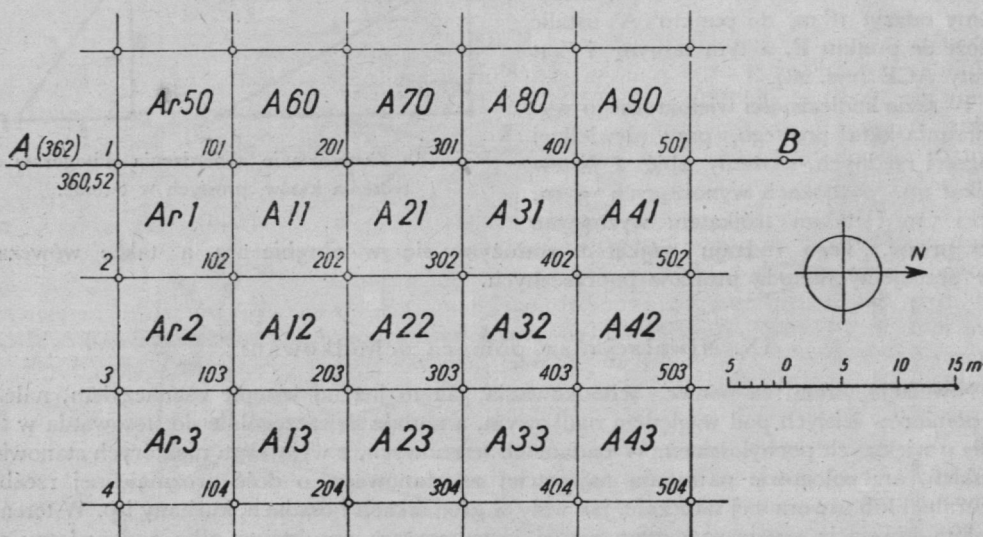
Przykład niwelacji grodziska

(Grodzisko Okopy Pułaskiego w Zagórzcu, pow. Sanok)

1. Ustalenie podstawy pomiaru A, 1, B (rys. 29).

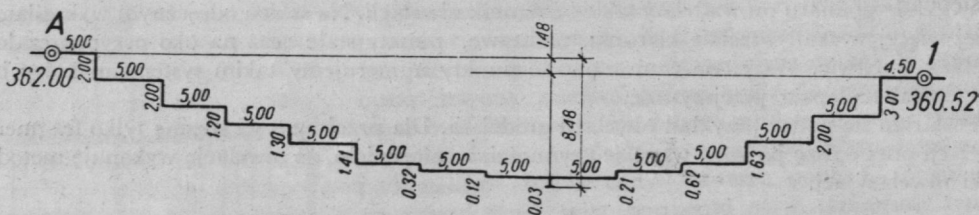
Po dokładnych oględzinach grodziska i porównaniu z mapą dochodzimy do wniosku w tym konkretnym wypadku (Okopy Pułaskiego w Zagórzcu koło Sanoka), że punkt stały oznaczony na mapie 1:100000 leży niedaleko, w odległości kilkudziesięciu metrów, jest nim kapliczka murowana na wysokości 362 m n. p. m. Zasadniczo odległość kapliczki od grodziska nie interesuje nas, tylko różnica poziomów. W naszym wypadku udaje się wytyczyć kierunek A—1—B po linii północ, co oczywiście nie jest warunkiem koniecznym, ale okolicznością sprzyjającą. Tyjemy tę prostą i okółkowujemy te punkty, które nam będą potrzebne w następnym pomiarze, tj. 1, 101, 201, 301, 401... B. Punkty 1 oraz B utrwalamy za pomocą reperu

betonowego. Teraz tyczymy proste prostopadłe 1—4, 4—404, 401—404, a następnie przez proste podział odcinków na mniejsze 10-metrowe uzyskujemy wreszcie plan siatki (rys. 29). Punkty wierzchołkowe oznaczamy począwszy od 1 w taki sposób, że nad punktem 1 przypadają punkty 101, 201, 301... nad punktem 2—102, 202, 302, 402... itd. Ary oznaczamy



Rys. 29. Ustalenie podstawy 1—B i nawiązanie do punktu stałego B o znanej wysokości 362 m ponad poziom morza. Projekt siatki arowej.

również w sposób uporządkowany A1, A2, A3, A4, a nad nimi A11, A12, A13, A14... itd. zprawdzamy odległości i kąty proste w dwu kierunkach. Teraz przystępujemy do niwelacji Sa pomocą schodkowania. Zaczynamy od dolnego progu kapliczki, który zazwyczaj bywa niwelowany przy triangulacji państwowej. Prowadzimy przy tym notatki odręczne bez skali,



Rys. 30. Odręczna notatka pomiaru niwelacyjnego nawiązania punktu 1 z punktem stałym A (362 m n. p. m.).

zaznaczając schodkowania oraz długości i głębokości (rys. 30). Długości możemy tu czasami opuścić, jeżeli obiekt ma jakieś charakterystyczne punkty znane z mapy.

Niwelację prowadziliśmy łąką długości 5 m i przykładaliśmy ją 14 razy oraz 1 raz cząstkowo, bo przy długości 4,5 m natrafiliśmy na kołek (reper betonowy) oznaczający punkt 1. Obliczamy odległość: $14 \times 5,00 + 4,50 = 74,50$ m. Następnie dodajemy spadki: $2,00 + 2,10 + 1,20 + 1,30 + 1,41 + 0,32 + 0,12 + 0,03 = 8,48$ m. Sumujemy wzniesienia: $0,03 + 0,21 + 0,62 + 1,13 + 2,00 + 3,01 = 7,00$ m. Różnica wynosi: $-8,48 + 7,00 = -1,48$ m n. p. m., tzn. pomiędzy punktem A i 1 jest różnica $-1,48$ m, zatem punkt 1

leży n. poziomem morza: $362,00 - 1,48 = 360,52$ m, co oznaczmy natychmiast na planie i w dzienniku niwelacji.

1. Niwelacja podstawy i boków

Siatkę kwadratów zaprojektowaliśmy poprzednio w postaci siatki arowej opisanej dokładnie ar po arze przez oznaczenie powierzchni arowej oraz wierzchołków. Niwelować będziemy nie powierzchnię, tylko wierzchołki oraz niektóre jeszcze potrzebne proste i dodatkowe punkty. W wielu metodach pomiarowych ważną rolę odgrywają podstawy, zazwyczaj jedna biegnąca od południa ku północy, a druga od wschodu ku zachodowi. Czasami wystarczy jedna podstawa. W przypadku zastosowania metody siatki kwadratów właściwie nie wyróżnia się spośród boków ani jedna prosta, która by miała być podstawą. Dlatego też podstawami będą u nas jakiegokolwiek proste, i to nie dwie, ale aż cztery. Cztery proste powinniśmy wybrać nieco poza obrębem właściwego obiektu, aby nie przeszkadzały w czasie prac wykopaliskowych, były z każdej strony blisko i nie były narażone na niszczenie. W terenie urozmaiconym siatka może być bardziej zagęszczona, co 5 m, a nawet co 2 m. Zamiast zagęszczenia siatki wystarczy poprowadzić w odpowiednich miejscach dodatkowe proste. Niwelację podstaw prowadzimy bardzo dokładnie i po dwa razy tę samą. Taka dokładna niwelacja potrzebna jest specjalnie dla czterech boków zewnętrznych. Kontrolą dokładności będą przecięcia prostych. W razie niedokładności pomiar powtarzamy: gdy niedokładność jest niewielka, staramy się dokonać tzw. wyrównania boków w następujący sposób: Po wykonaniu niwelacji boków np. 1, 2, 3, ... 5, następnie 5, 105, 205, 305, 405, potem 405, 404, 403, 402, 401, wreszcie 401, 301, 201, 101, 1, wystąpi różnica wysokości na punkcie wyjściowym 1 i zamiast wysokości 360,52 m n. p. m. otrzymamy 360,55 m. Błąd wynosi 0,03 m. Gdy niwelacja powtórnie wykonana w przeciwnym kierunku da nam ten sam błąd, wówczas dopiero dokonamy rozłożenia błędu proporcjonalnie na wszystkie punkty, a właściwie zdołamy to zrobić tylko na trzech równo odległych od siebie, a więc na punkcie 5, 401, 405, bo nie uwzględniamy głębokości mniejszych niż 1 cm. Przy niwelacji równocześnie sprawdzamy długości, co 10 m w narożach.

Niwelację rozpoczęliśmy w niniejszym przykładzie od punktu 1 wysokość 360,52 m. Posuwamy się schodkami co 2 m. Łatę opieramy o teren wznoszący się ku górze na punkcie 2, a następnie kładziemy na niej libellę i wyrównujemy do poziomu tak, aby bańka powietrza znalazła się w połowie rurki szklanej. Po zrównaniu poziomu przykładamy pion nad punktem 1 i jeszcze raz sprawdzamy zarówno poziom, jak i odległość. Jeżeli się zgadza, odmierzamy różnicę wysokości od spodu łąty do kołka, a raczej do poziomu gruntu, na którego poziomie ten kołek się znajduje, i zapisujemy w dzienniku niwelacji. W tym dzienniku również zapisujemy odległość od początku pomiaru i odległość między mierzonymi punktami. Różnicę wysokości przy wznoszeniu się terenu w górę zapisujemy pod znakiem +, przy opadaniu terenu — pod znakiem —. W rubryce wysokość punktu n. p. m. wpisujemy od razu wyliczoną liczbę metrów, która powstaje w tym wypadku z dodania $+ 0,50 + 360,52 = 361,54$ m, i tak postępujemy dalej. Jeżeli teren zaczyna opadać, postępujemy nieco inaczej. W naszym przykładzie teren wznosił się jeszcze przy punkcie 7 — o 5 cm, w kierunku punktu 8 zaczął opadać; był to właśnie punkt szczytowy. Przeważnie jednak takie punkty zmiany kierunku spadku nie będą przypadają na regularnych dwumetrowych odstępach, lecz w jakimś odstępście cząstkowym, np. po 1,23 m itp. Przy opadaniu terenu początek łąty opieramy na punkcie wyjściowym w tym wypadku, a po wyrównaniu libellą pionujemy nad punktem 8 i odmierzamy głębokość spadku, która tu wyniosła 0,05 m. Tę liczbę odejmujemy od wysokości punktu 7 (363,55), tj. $363,55 - 0,05 = 363,50$ m. Tak samo postępujemy z następnymi punktami. Przy pomiarze wypisujemy w uwagach różne charakterystyczne spostrzeżenia. Po zakończeniu niwelacji prostej sprawdzamy obliczenia. Suma znaków dodatnich została tu odjęta od sumy znaków ujemnych: $3,10 - 3,03 = 0,07$ i następnie odjęta od wysokości punktu

DZIENNIK NIWELACJI GRODZISKA ZAGÓRZ ZWANEGO OKOPAMI PUŁASKIEGO

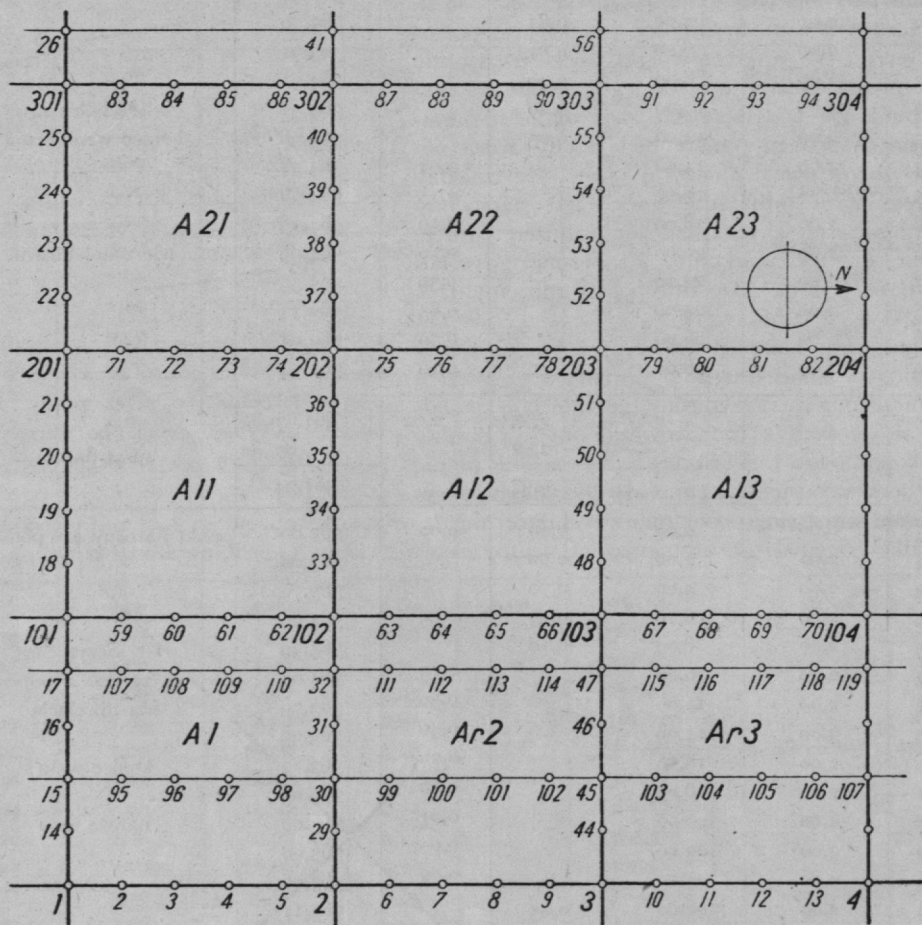
Punkt	Odległość między punktami	Odległość od początku	różnica +	wysokość —	wysokość punktu n. p. m.	Uwagi
A 1	0,00 m 60,50	0,00 m 60,50	0,00 m	0,00 m 1,42	363,00 m 360,52	Kapliczka oznaczona na mapie, obliczenie wykonano oddzielnie
2	2,00	2,00	0,50		361,02	dalszy ciąg podstawy
3	2,00	4,00	0,52		361,54	
4	2,00	6,00	0,56		362,10	
5	2,00	8,00	0,60		362,70	
2	2,00	10,00	0,50		363,20	naroże arów
6	2,00	12,00	0,30		363,50	
7	2,00	14,00	0,05		363,55	wierzchołek wznies. spadek
8	2,00	16,00		0,05	363,50	
9	2,00	18,00		0,30	363,20	
3	2,00	20,00		0,40	363,80	naroże aru
10	2,00	22,00		0,60	362,20	
11	2,00	24,00		0,60	361,60	
12	2,00	26,00		0,60	361,00	
13	2,00	28,00		0,55	360,45	
			+ 3,03	— 3,10 + 3,03 — 0,07	360,52 — 0,07 360,45	sprawdzenie obliczeń
1	0,00	0,00	0,00	0,00	360,52	drugi bok
14	2,00	2,00	0,40		360,92	
15	2,00	4,00	0,30		361,22	
16	2,00	6,00	0,25		361,47	
17	2,00	8,00	0,20		361,67	
101	2,00	10,00	0,20		361,87	wierzchołek aru
18	2,00	12,00	0,15		362,02	
19	2,00	14,00	0,15		362,17	
20	2,00	16,00	0,14		362,31	
21	2,00	18,00	0,10		362,41	
201	2,00	20,00	0,05		362,46	wierzchołek aru
22	2,00	22,00	0,05		362,51	
23	2,00	24,00	0,00		362,51	wierzchołek wzn. płaskiego
24	2,00	26,00	0,00		362,51	wierzchołek wzn. płaskiego
25	2,00	28,00	0,01		362,52	lekkie wzniesienie
301	2,00	30,00		0,05	362,47	punkt arowego wierzchołka opad.
26	2,00	32,00		0,10	362,37	
27	2,00	34,00		0,20	362,17	
28	2,00	36,00		0,35	361,82	
			+ 2,00 — 0,70 + 1,30	— 0,70	360,52 + 1,35 361,87	sprawdzenie

Ciąg dalszy

Punkt	Odległość między punktami	Odległość od początku	różnica +	wysokość —	wysokość punktu n. p. m.	Uwagi
101	0,00	0,00	0,00	0,00	361,87	wysokość zaniwelow. wyżej
59	2,00	2,00	0,60		362,47	
60	2,00	4,00	0,83		363,30	
61	2,00	6,00	0,61		363,91	
62	2,00	8,00	0,40		364,31	
102	2,00	10,00	0,20		364,51	wierzchołek aru
63	2,00	12,00	0,05		364,56	koniec wzniesienia
64	2,00	14,00		0,02	364,54	
65	2,00	16,00		0,15	364,39	
66	2,00	18,00		0,10	364,29	
103	2,00	20,00		0,20	364,09	wierzchołek aru
67	2,00	22,00		0,50	363,59	
68	2,00	24,00		0,85	362,74	
69	2,00	26,00		0,70	362,04	
70	2,00	28,00		0,10	361,94	
			+ 2,69 — 2,62 0,07	— 2,62	361,87 + 0,07 361,94	sprawdzenie
3	0,00	0,00	0,00	0,00	362,80	punkt narożny aru podstawy
44	2,00	2,00	0,20		363,00	
45	2,00	4,00	0,70		363,70	
46	2,00	6,00	0,59		364,29	
47	2,00	8,00	0,10		364,39	szczyt
103	2,00	10,00		0,10	364,09	wysok. zgodna z poprzednią niwelacją
48	2,00	12,00		0,30	363,79	
49	2,00	14,00		0,40	363,39	
50	2,00	16,00		0,20	363,12	koniec wału
51	2,00	18,00		0,10	363,09	
203	2,00	20,00		0,01	363,08	naroże aru
52	2,00	22,00		0,00	363,08	
53	2,00	24,00		0,02	363,06	
54	2,00	26,00	0,05		363,11	
55	2,00	28,00	0,02		363,13	
303	2,00	30,00	0,01		363,14	naroże aru
56	2,00	32,00		0,12	363,02	
57	2,00	34,00		0,10	362,98	
88	2,00	36,00		0,01	362,91	
			+ 1,67 — 1,56 + 0,11	— 1,56	362,80 + 0,11 362,91	

wyściowego, tj. $1 : 360,52 - 0,07 = 360,45$ m n. p. m. Jeżeliby się to nie zgadzało z wysokością punktu ostatniego, tj. 13 (w tym przykładzie), to sprawdzamy wszystkie sumy i przeliczenia, czy nie ma pomyłki.

W podobny sposób postępujemy dalej biorąc proste jedna po drugiej, czasami nawet tylko kilka punktów lub prostą na ukos, krzywą itd. Pamiętać należy zawsze o tym, że zaczynamy niwelację od punktu stałego o znanej wysokości n. p. m. lub od innego punktu zaniwelowanego. Po zakończeniu niwelacji i sprawdzeniu podkreślamy i poniżej zaczynamy dalsze



Rys. 31. Plan siatki kwadratów; cyfry oznaczają nazwy naroży arów oraz kolejne punkty niwelowane w terenie i zapisywane w dzienniku niwelacji.

zapiski i obliczenia. Kolumnę wysokość n. p. m. przeliczamy i zapisujemy natychmiast albo dopiero w biurze, aby nie opóźnić tempa pracy w polu. Mając dany plan dokładnie wymierzony i wykreślony, a wszystkie punkty utrwalone w terenie, niwelujemy bez zapisywania odległości. Wszystkie dalsze rubryki, tj. różnice wysokości i wysokość wpisujemy, jak to czyniliśmy przy równoczesnym odmierzeniu długości.

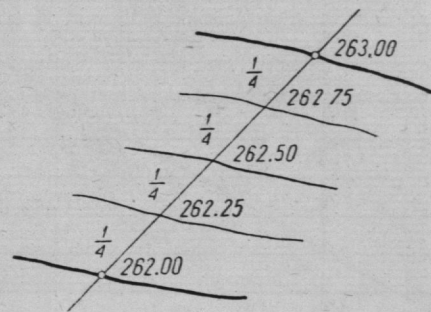
Podczas niwelowania nie poprzestajemy na prowadzeniu dziennika, ale wszystkie czynności i wyniki musimy przed wyliczeniem albo po wyliczeniu nanieść na plan. Nanosimy

więc nazwy punktów, a następnie obok wysokości n. p. m., lub wysokość nad dowolnie przyjęty punkt.

2. Wykreślanie warstwicy

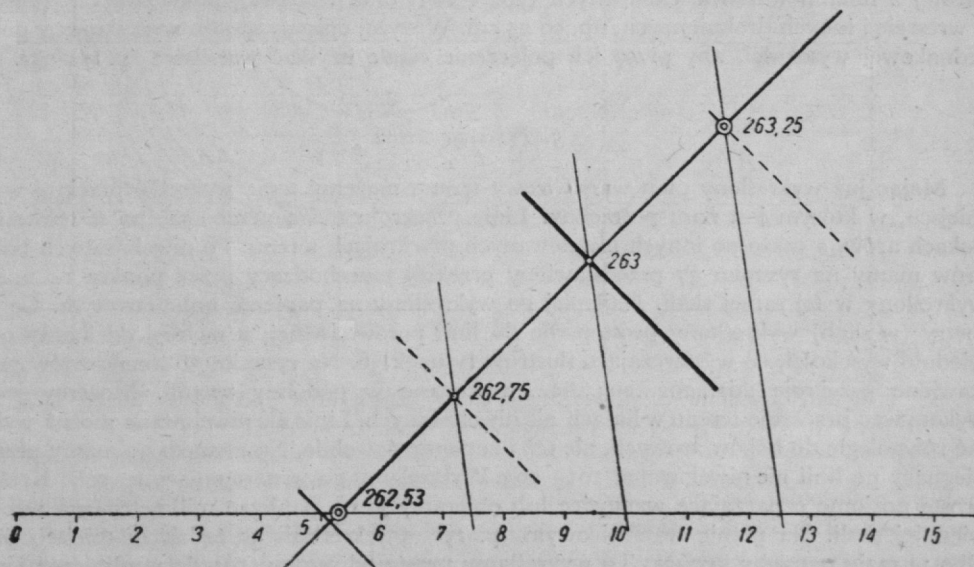
Każdy naniesiony na plan punkt ma jakąś wysokość n. p. m., lub wysokość nad dowolnie przyjęty punkt, nie zawsze taką, jaka byłaby nam potrzebna do wykreślenia warstwicy. Plan tych punktów musimy nanieść w bardzo dokładnej skali i na lepszym papierze. Warstwice są to linie łączące te same wysokości przekrojów poziomych terenu. W praktyce wykreślanie warstwicy nie będzie prostą sprawą, a to dlatego, że zaniwelowanych punktów będzie zawsze zbyt mało, a posiadane do dyspozycji punkty będą miały różne cechy wysokościowe. Założymy więc, że między poszczególnymi punktami teren jest nachylony jednostajnie. Dzięki temu założeniu możemy interpolować między punktami, oznaczonej wysokości n. p. m. (rys. 32). Do interpolacji możemy użyć podziałki zwyczajnej.

Mamy np. zainterpolować dwa punkty wznoszące się jeden nad drugim o 1 m, ale w przestrzeni rozsunięte o 2 m. Przypuśmy, że interpolacja odbywa się w skali 1:100; wówczas obydwa punkty (wysokości 262 m i 263 m n. p. m.) są na planie wykreślone w odstępnie 2 cm. Gdy chodzi nam o wyznaczenie warstwicy pośredniej znajdującej się na wysokości 262,50 m n. p. m., przykładamy podziałkę i odcinek 2-centymetrowy dzielimy na dwie części.



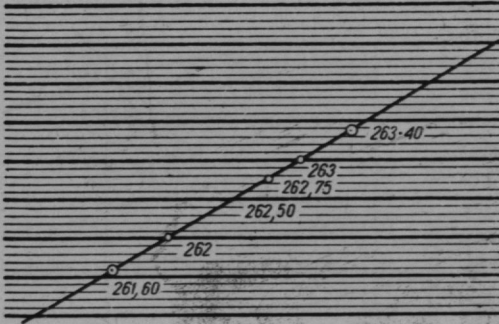
Rys. 32. Interpolacja między punktami wysokości n. p. m. 262,00 m a 263,00 m, co 0,25 m dokonuje się przez prosty podział odcinka na cztery części, bo warstwice co 0,25 m dzielą różnicę wysokości na cztery części.

Gdy nam chodzi o wyznaczenie warstwicy pośredniej znajdującej się na wysokości 262,50 m n. p. m., przykładamy podziałkę i odcinek 2-centymetrowy dzielimy na dwie części. Gdy nam chodzi o wyznaczenie



Rys. 33. Interpolacja przez podział geometryczny proporcjonalny odcinka. Przez 262,50 kreślimy prostą pod kątem około 45°, na przyłożonej podziałce w miejscu 53 odcinamy 100 a dalej 115 (np. mm lub zmniejszenia). Punkt 115 łączymy z punktem 263,15, a do niego prowadzimy równoległą 100, co na prostej 262,53 — 263,15 wyznaczy nam warstwicy 263,00.

warstwic co 25 cm, wówczas dzielimy odcinek na cztery części, tj. po 5 mm. Interpolacja przeliczeniowa przy liczbach takich jak 262,53 i 263,51 nie należy do zbyt prostych, a więc będzie dość żmudna; dlatego lepiej użyć sposobów łatwiejszych. Dokonamy tego przez geometryczny podział proporcjonalny (rys. 33) odcinka. Ale przy drobniejszych zakończeniach dziesiętnych tych liczb konieczne są jednak pewne przeliczenia. Dlatego użyjemy sposobu



Rys. 34. Przyrząd gen. W. Sikorskiego do wyznaczania warstwic. Równocześnie pokazano sposób wyznaczania warstwic.

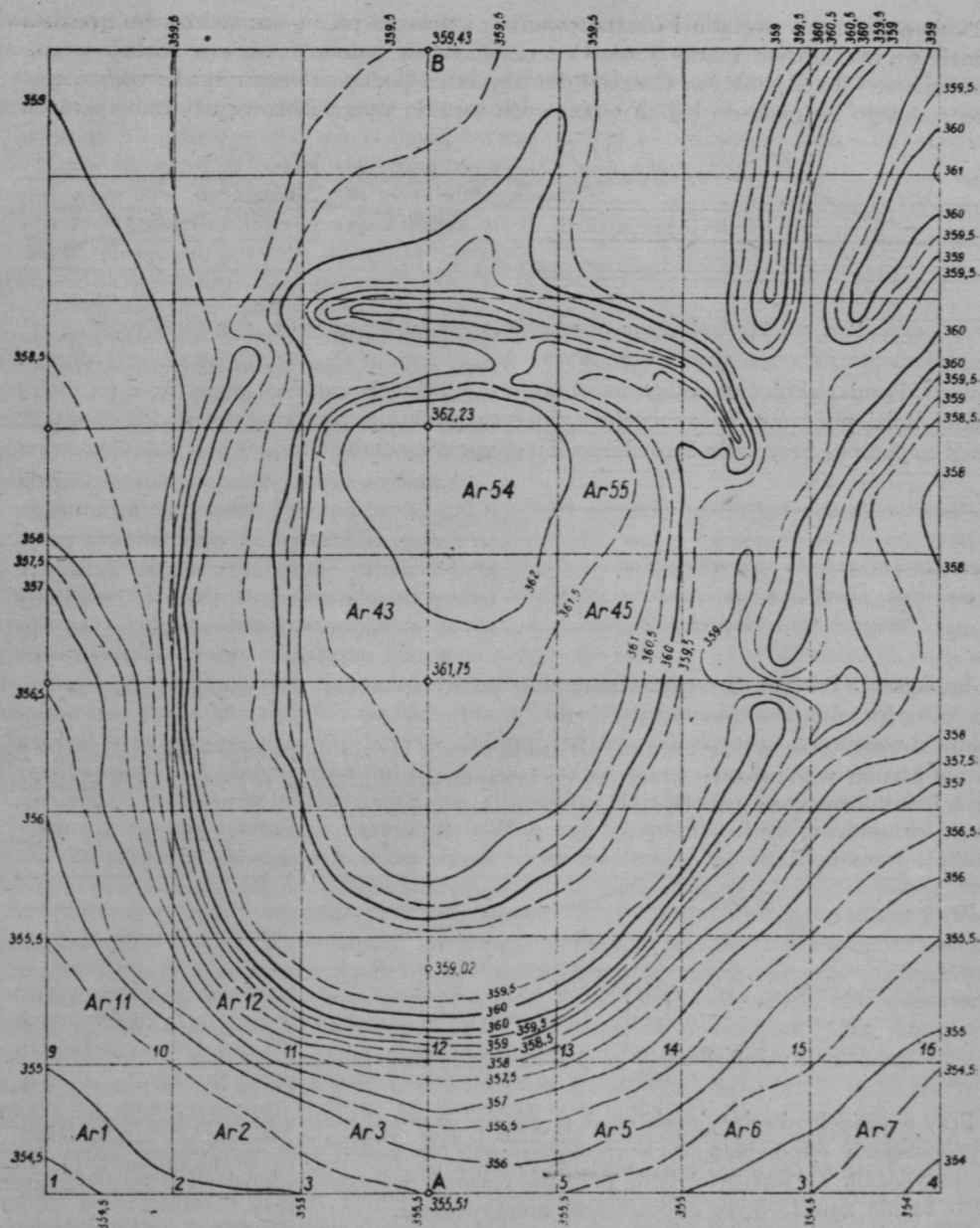
o mniejszych odstępach, ile tylko potrzebujemy wyznaczyć. Przesuwamy prostą, a potem ukosem kalkę (przyrządem Sikorskiego) przez punkty 261,60 i 263,40 tak, aby kreski odpowiednich dziesiętnych przypadły nad te punkty. Teraz prowadzimy prostą łączącą te dwa punkty, a na niej przekłuwamy na kalce szpileczką lub nóżką cyrkla punkty przecięcia prostej z liniami warstwic całkowitych (262 i 263) oraz warstwic połówkowych (262,50), a wreszcie i innych drobniejszych, np. co 25 cm. W wyżej opisany sposób wyszukujemy punkty jednakowej wysokości, aby przez ich połączenie ciągle uzyskać warstwice (p. rys. 35).

3. Przekroje terenu

Mając już wykreślony plan warstwicowy terenu możemy teraz wykreślić przekrój w tym miejscu, w którym jest nam potrzebny. Linie przekroju mogą przebiegać po niwelowanych bokach arów, a także po innych niwelowanych przekrojach terenu. Po niwelowanych bokach arów mamy na rysunku 37 przedstawiony przekrój przechodzący przez punkty 1...2...3..., wykreślony w tej samej skali. Najlepiej go wykreślmy na papierze milimetrowym. Co dwa metry (w skali) wykreślamy prostopadłe do linii porównawczej, a na niej odcinamy odpowiednio wysokości, co wystarczająco ilustruje rysunek 36. Na rysunku 38 mamy znów przedstawione przekroje 201...202...203...82... wykonane w podobny sposób. Możemy jednak wykonywać przekroje terenu w liniach nie niwelowanych. Linie nie niwelowane można wykreślać równoległe do boków arowych, ale też i zupełnie dowolnie. Na rysunku 39 mamy przekrój biegnący po linii nie niwelowanej 101—203. Wykreślamy go w następujący sposób: Kreślimy proste poziome oznaczające warstwice lub obieramy je na papierze milimetrowym w odpowiedniej skali. Na planie warstwicowym (p. rys. 35) kreślimy w żądanym miejscu prostą albo w razie potrzeby krzywą. Tu wykreślamy prostą od punktu 101 do punktu 203 i nieco poza ten punkt. Teraz przykładamy skrawek papieru do tej prostej i odcinamy na nich lekko kreseczki na przecięciu tej prostej z warstwicami, opisując sobie na skrawku wysokości, aby nie pomylić. Przenosimy te punkty na podstawę na osobnym rysunku.

najłatwiejszego. Jest nim przyrząd wynaleziony przez inż. Sikorskiego (rys. 34). Jest to skrawek przezrzystej kalki, na której wykreślamy tuszem poziome równoległe kreski w równych, małych odstępach. Każda piąta i dziesiąta kreska powinna być wyrysowana innym kolorem lub innym sposobem, np. grubsze kreski dziesiąte, a kreskowane kreski piąte. Każda z tych kreseczek niech będzie oddalona od drugiej o 1 mm lub 6 mm.

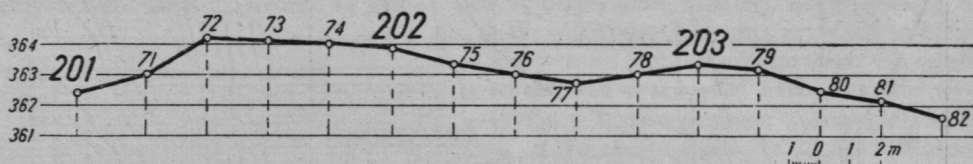
Kaleczek sporządzamy kilka, każda o innych odstępach: jedna co 1 mm, druga co 2 mm, trzecia co 5 mm itd. Na przykład między punktami 261,60 i 263,40 mamy dwie warstwice całkowite 262 i 263 m n. p. m. oraz jedną odległą o 50 cm 262,4 m. I oczywiście tyle pośrednich war-



Rys. 35. Plan warstwicowy Grodziska w Zagórz, pow. Sanok, wykreślony na podstawie interpolacji liniowej pomiędzy punktami wysokościowymi uprzednio wyliczonymi.

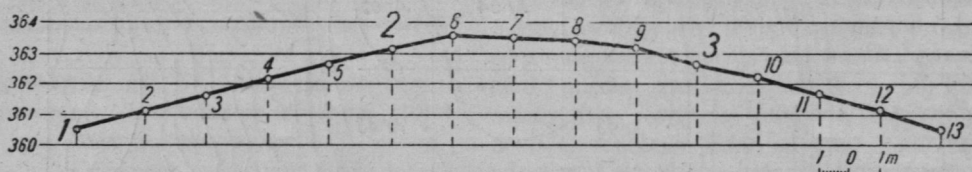
Tą podstawą będzie tu najniższa całkowita warstwica, którą jest 361,00. Z każdego tak odciętego punktu wykreślamy proste pionowe do przecięcia z poziomymi oznaczającymi całkowite i częściowe wysokości n. p. m. Punkty przecięć odpowiednich wysokości łączymy uzyskując obraz przekroju. Tak samo możemy postąpić przy wykonywaniu przekroju po linii nie niwelowanej krzywej, z tym, że linię krzywą wykreślamy w rozwinięciu, tj. wyprostowaną.

Doskonały obraz wyglądu i ukształtowania pionowego planu warstwicowego przedstawia rysunek 35, na którym mamy warstwicę uzyskaną za pomocą pomiaru schodkowego, ale o zmniejszonej ilości punktów. Czasami dla uzyskania podstawowego rysunku warstwicowego niepotrzebnego na razie do badań terenowych metodą wykopaliskową używamy skróconego



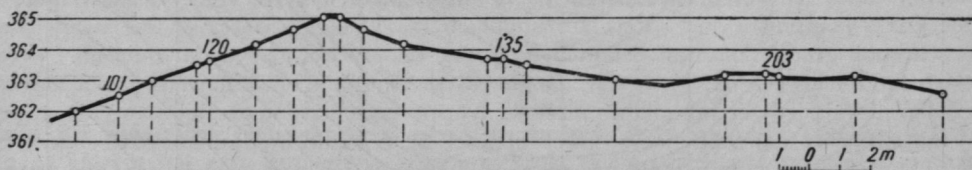
Rys. 36. Przekrój terenu przesunięty przez punkty arowe 1, 2, 3 (duże).

pomiaru. Pomiar skrócony polega na obraniu dwu, trzech, czterech podstaw, a na nich niewielkiej ilości punktów. Po zaniwelowaniu tych punktów uzyskamy warstwicę drogą interpolacji za pomocą przyrządu Sikorskiego. Tu otrzymamy obraz terenu w pewnym uproszczeniu:



Rys. 37. Przekrój terenu przesunięty przez punkty arowe 201, 202, 203, do punktu 82.

drobne szczegóły nie wyjdą na nim, ale istota rzeczy będzie poprawnie przedstawiona. Tego rodzaju pomiar warstwicowy wystarczy do inwentaryzacji grodzisk w Polsce, a dla skali 1:100 i wyżej, np. 1:500, 1:1000 będzie wystarczająco dokładny.



Rys. 38. Przekrój po linii nie niwelowanej 101, 120, 135, 203.

Przy zdjęciach niwelacyjnych musimy zawsze wykonać szkic z natury, bez skali, możliwie w proporcjach odpowiadających rzeczywistości. Na szkicu tym wykreślamy zarys terenu w warstwicach. Te warstwicę będą przy wykreślaniu doskonałą informacją o kształcie terenu, mimo że nie zawsze będą odpowiadały rzeczywistości.

Niwelacja optyczna, jako wymagająca drogich przyrządów i instrumentów, a także specjalnego przeszkolenia, powinna być raczej wykonywana przez odpowiednich fachowców, a nie archeologów. Lokalizacja zabytków i warstwy za pomocą instrumentów optycznych nie jest właściwa, gdyż wymaga dłuższych przestojów instrumentów, ochrony przed słońcem, ciągłej uwagi, by instrument nie został rozregulowany. Zwykły domiar jest przeważnie zupełnie dokładny i wystarczający do naszych celów.