

**AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO**  
im. Generała Broni Karola Swierczewskiego

ZAKŁAD GEOGRAFII WOJENNEJ I TOPOGRAFII WOJSKOWEJ

Egz. Nr ..... 59

plk dr Leszek DĄBROWSKI

**WOJSKOWE MAPY TOPOGRAFICZNE**  
(Skrypt)



4274

WARSZAWA

WRZESIEŃ

1969



AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO  
im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

---

ZAKŁAD GEOGRAFII WOJENNEJ I TOPOGRAFII WOJSKOWEJ

Egz. Nr ..... 59

płk dr Leszek DĄBROWSKI

WOJSKOWE MAPY TOPOGRAFICZNE  
(Skrypt)



4274.

---

WARSZAWA

WRZESIEŃ

1969

AKADEMIA SZTABU GENERALNEGO

im. Generała Broni Karola Świerczewskiego

---

ZAKŁAD GEOGRAFII WOJENNEJ I TOPOGRAFII WOJSKOWEJ

Egz. Nr ..... 59

płk dr Leszek DĄBROWSKI

# WOJSKOWE MAPY TOPOGRAFICZNE

(Skrypt)



---

WARSZAWA

WRZESIEŃ

1969

~~2~~

T R E Ś Ć

- Znaczenie map topograficznych.  
Krótki rys historyczny powstania i rozwoju kartografii wojsk.  
Wymagania stawiane współczesnym mapom wojsk.  
Kształt i wymiary Ziemi.  
Istota układu współrzędnych geograficznych.  
Istota rzutów kartograficznych.  
Podział odwzorowań i siatek kartograficznych.  
Ortodroma i loksodroma.  
Odwzorowanie walcowe, wiernokątne Merkatora.  
Odwzorowanie Gaussa-Krügera.  
Siatki kartograficzne map małych skal.  
Osnowa matematyczna i geodezyjna.  
Zdjęcie stolikowe.  
Fotogrametryczne metody opracowania map.  
Kartograficzne opracowanie mapy.  
Ocena mapy.  
Analiza terenu na podstawie map.  
Wojskowe mapy specjalne:  
- mapy drożni i szkice linii kolejowych;  
- plany miast;  
- mapy administracyjne;  
- mapy samochodowe;  
- mapy z nadrukiem zmian;  
- mapy podkładowe;  
- mapy rubieży wodnych, przeszkód terenowych i szkice odcinków rzek;  
- fotoplany i fotoszkice;  
- mapy przejezdności /dostępności/ terenu;  
- mapy /szkice/ rozpoznania;  
- mapy /szkice/ punktów orientacyjnych;  
- mapy geologiczne;

- mapy plastyczne i anaglifowe;
- mapy sieci geodezyjnej;
- mapy celów artyleryjskich;
- mapy lotnicze;
- mapy morskie.

Tekstowe i opisowe dokumenty topograficzne.

### Znaczenie map topograficznych

Trudno jest dzisiaj, na obecnym szczeblu rozwoju cywilizacji znaleźć taką dziedzinę wiedzy, w której nie istniałaby potrzeba korzystania ze sposobów rysunkowego przedstawiania powierzchni terenu w postaci map i planów.

Mapa to rysunkowe przedstawienie powierzchni Ziemi lub jej części na płaszczyźnie, wykonane w zmniejszeniu przy użyciu specjalnych znaków.

Mapa to swoiste, zwarte, symboliczne, a jednocześnie zawierające wiele treści, przedstawienie na niewielkim arkuszu papieru mnóstwa przedmiotów, faktów i zjawisk wypełniających dany obszar Ziemi.

Mapa nie da się zastąpić żadnym innym graficznym sposobem przedstawienia ani też najbardziej szczegółowym opisem terenu. Opis jakiegokolwiek obszaru, chociażby najbardziej szczegółowy i uzupełniony wieloma rysunkami, nie może dać właściwego obrazu Ziemi lub jej wycinka, czyli terenu, szczególnie jeżeli chodzi o ukształtowanie, wzajemne położenie przedmiotów itp.

Tylko na mapie można ogarnąć jednym rzutem oka cały teren, mniejszy lub większy, bardziej lub mniej dokładnie i ta właśnie cecha stanowi o niezbędności mapy, nie tylko jako pomocy dla podróżnika, marynarza i żołnierza, ale i dla każdego kulturalnego człowieka, który chce wiedzieć co dzieje się poza jego ograniczonym widnokregiem.

Stwierdzono, że coś w rodzaju mapy potrzebne było ludziom na najniższym szczeblu rodzaju kulturalnego. Prymitywne przedstawienie na drzewach, ziemi, śniegu czy lodzie, kierunków i skrzyżowań dróg łączących ludzkie osiedla, a za tem prymitywne szkice terenu wyprzedzały powstanie pisma, a potrzeba ich pojawiła się z chwilą, gdy człowiek chciał zapamiętać drogę i nie zbłądzić w nieznanym sobie terenie.

Od najdawniejszych czasów wojownicy plemion, wodzowie wojsk, narodów i państw, starali się podczas działań bojowych wykorzystać warunki terenowe, czy to dla skrytego podejścia i zaskoczenia przeciwnika, czy to dla uzyskania przewagi, przez wcześniejsze opanowanie dogodnych rubieży.

Wybór i rozpoznanie zawczasu takiej rubieży gwarantuje aktualna mapa.

Napoleon I miał swoich oficerów topografów i w jego wyprawach ze sztabem ciągnęło kilka wozów map i szkiców marszowych. Wiele swoich

zwycięstw zawdzięcza on szczegółowo rozpoznaniem i odpowiednio wykorzystanemu terenowi walki. Jednak o przegraniu bitwy pod Waterloo , która zmieniła losy samego Napoleona i połowy Europy w znacznym stopniu zadecydowała zdawałoby się drobnostka - brak dokładnej mapy terenu pola walki, w wyniku czego atak konnej gwardii francuskiej został skierowany przez przecinający pola bagnisty wąwóz, w którym leżały skłębionym wałem szeregi wojska, a razem z nimi potęga Napoleona.

Podczas drugiej wojny światowej mapa stała się orężem - nie mniej ważnym niż środki ogniowe, stała się dosłownie oczami wojska. Tam gdzie wykorzystywana była w całej pełni, tam gdzie każda operacja, każde uderzenie planowano na podstawie znajomości mapy i terenu, tam nawet drobne oddziały zwyciężały liczniejszego nieprzyjaciela, czego najlepszym dowodem były walki partyzanckie.

Rozwój techniki wojennej, nowych środków ogniowych, rozpoznawczych, inżynieryjnych i pomiarowych, wprowadzenia nowych rodzajów wojsk, ciągle rozszerza możliwości wykorzystania terenu w działaniach bojowych, a więc wymaga od dowódcy coraz dokładniejszego rozpoznania terenu, a więc i pełnej umiejętności wykorzystania mapy, jako jednego z podstawowych źródeł wiadomości o terenie.

Dla każdego dowódcy mapa jest najlepszym przewodnikiem w terenie, umożliwia analizę i ocenę terenu, wybór dogodnych kierunków do natarcia i rubieży obronnych, rozmieszczenie środków ogniowych, a nawet rodzajów wojsk, planowanie prac ziemnych, obserwacji i ostrzału, organizacji łączności, zaopatrzenia, ewakuacji itp.

Mapa daje nieocenione usługi także dowódcom poszczególnych rodzajów wojsk i tak:

w wojskach raketowych i artylerii - dokładna mapa umożliwia przygotowanie topograficzne i otwarcie skutecznego ognia w krótkim czasie. Bez dokładnej mapy artyleria może prowadzić tylko ogień bezpośredni lub po przygotowaniu danych wyjściowych "na oko".

Wojskom pancernym i zmechanizowanym - mapa umożliwia wybór i rozpoznanie trasy, określenie stanu dróg, miejsc cieższych i przeszkód terenowych, dróg objazdu i rejonów ześrodkowania.

Wojskom inżynieryjnym - mapa dostarcza danych o stanie dróg, mostów, hydrografii, przeszkodach terenowych, możliwościach maskowania i budowy umocnień.

Lotnictwo - na podstawie mapy ustala trasy przelotów, miejsca do budowy lotnisk i lądowisk. Mapa umożliwia orientację w czasie lotu, współdziałanie z wojskami działającymi na lądzie oraz wykonanie lotów w nocy i w złych warunkach atmosferycznych.

Marynarce wojennej - mapa umożliwia nawigację i współdziałanie z wojskami lądowymi; dla wykonania swych zadań marynarka wojenna wymaga specjalnych map morskich oraz topograficznych map szczegółowych wybrzeży, jako rejonów działania.

W dobie współczesnej mapy nabierają szczególnego znaczenia dla prowadzenia prawidłowej gospodarki rolnej, rozbudowy miast i osiedli, planowania inwestycji w przemyśle, komunikacji, górnictwie, dla żeglugi morskiej, śródlądowej i powietrznej oraz wszelkich innych dziedzin życia ludzkiego.

### Krótki rys historyczny powstania i rozwoju kartografii wojskowej

Topografia i kartografia wojskowa zaczęła rozwijać się systematycznie dopiero w czasach nowożytnych, gdy konieczność dokładnego poznania terenu została powszechnie uznana, a środki techniczne stały na takim poziomie, że były w stanie zagwarantować dostarczenie dowódcom i sztabom dokładnych map topograficznych, zawierających szczegółową charakterystykę pola walki.

Potrzebę jednak sporządzania i wykorzystania map dla celów wojskowych rozumiano już od dawna, dlatego też początków kartografii wojskowej należy szukać w starożytności, szczególnie wśród Egipcjan, Chińczyków, Fenicjan, Greków i Rzymian.

Egipcjanie zajmowali się dość szeroko pomiarami kraju oraz sporządzaniem map i topograficznych szkiców marszrutowych, o czym świadczą pozostałe z czasów Ramzesa II /XIII w.p.n.e./ fragmenty map kreślonych na papirusie.

Znacznie szerszy był horyzont geograficzny Fenicjan i Kartagińczyków, którzy w swych odległych podróżach na pewno posługiwali się mapami, lecz żaden fragment tych map nie dochował się do naszych czasów.

Chińczycy, którzy jako jedni z pierwszych wykorzystywali kompas i zasady niwelacji, sporządzali mapy swych prowincji już od około 2000 lat przed naszą erą. Oni też jako pierwsi, zorganizowali w II w. p.n.e. specjalne biuro kartograficzne dla kierowania pracami geodetów i astronomów sporządzających w terenie mapy topograficzne, a nawet specjalne. Szen Kuo<sup>1/</sup> /1030-1093/ za czasów dynastii Sung był pierwszym, który wykonał z wosku mapę plastyczną.

Twórcami naukowo pojętej kartografii są Grecy i mimo że greckie mapy o charakterze wojskowym nie przetrwały do naszych czasów to jednak historia przekazała nam obok imion wielu sławnych uczonych kartografów<sup>2/</sup>, także imiona Diogenestesa i Betona, którzy towarzysząc Aleksandrowi Wielkiemu około 320 r. p.n.e. kreślili mapy w oparciu o pomiary dokonane krokami, wyznaczali miejsca postoju okrętów i wojsk

1/ J. Szaflarski "Zarys kartografii" PPWK Warszawa 1955, str. 51.

2/ Anaksymander z Miletu /ok. 550 r. p.n.e./, Eratostenes z Aleksandrii /276-195 p.n.e./ Hipparch z Nicei /180-126 p.n.e./, Klaudiusz Ptolemeusz /87-150 r./ Mała Encyklopedia Przyrodnicza.

oraz badali istniejące wówczas materiały kartograficzne, a więc pełnili funkcje topografów wojskowych.

Bardziej znana jest kartografia wojskowa epoki rzymskiej. Rzymianie pojmowali ją inaczej niż Grecy. Ogólne teorie mniej ich zajmowały, wyżej natomiast cenili oni praktyczne poznanie krajów, ich powierzchni, gór, rzek, a przede wszystkim dróg i odległości między osiedlami. Armii rzymskiej towarzyszyli miernicy wojskowi, którzy zajmowali się obieraniem i wymierzaniem miejsc na obozy, wytyczaniem dróg, spełniali więc także funkcje topografów wojskowych. Sporządzali oni między innymi dla potrzeb wojujących armii, tak zwane "intineraria annotata" /drożnie pisane/, podające opisy najważniejszych miejscowości wzdłuż gościńców i odległości między nimi, oraz "intineraria picta" /drożnie rysowane/ czyli rodzaj prymitywnych opracowań kartograficznych wybranych okolic. Jako ciekawe dzieło kartografii rzymskiej dotrwała do naszych czasów, niestety nie w oryginale lecz w kopii, tzw. "tabula Peutingeriana" pochodząca z III-IV w. naszej ery. Jest to pas pergaminu o długości blisko 7 m i szerokości 0,34 m, na który składa się 11 arkuszy, stanowiących niewątpliwie rzymską mapę komunikacyjną, o charakterze kartogramu, sporządzoną dla celów wojskowych. Nie liczy się ona zupełnie z podstawowymi wymaganiami kartografii, a więc kulistością Ziemi, zarysami lądów, kolineacją kierunków itp., zawiera natomiast około 3500 osad z nazwami, drogami i odległościami między nimi.

Upadek imperium rzymskiego zapoczątkował niebywały upadek kartografii. Pod naciskiem duchowieństwa powróciło twierdzenie, że Ziemia ma kształt płaskiego koła ze środkiem w Jerozolimie. Wszystkie mapy tego okresu cechuje krańcowy prymitywizm, nie posiadają one ani siatki geograficznej, ani skali, a zarysy lądów i mórz są na nich mniej lub więcej fałszywe. Typowym przykładem są tzw. mapy pielgrzymie, podające kierunek dróg i możliwości zwiedzań przy pomocy systematycznie ułożonych nad sobą rysunków kościołów, grodów itp. Zmiany w tym stanie kartografii dokonuje się zwolna od momentu pojawienia się na obszarze Morza Śródziemnego morskich map kompasowych /portolanów/, posiadających zamiast południków i równoleżników siatkę złożoną z linii róży wiatrów o 32 promienistych kierunkach zwanych rumbami. Linie te umożliwiły żeglarzom określanie kierunku żeglugi, przy czym obliczanie odległości ułatwiała skala. Portolany charakteryzują się dużą starannością i dokładnością przedstawienia linii brzego-

wych, zatok, przystani, mielizn itp. Jednym z najcenniejszych zabytków kartografii średniowiecznej<sup>1/</sup> jest Katalońska Mapa Ziemi z 1375r. wykonana dla króla Francji Karola V /oryginał obecnie w Bibliotece Narodowej w Paryżu/. Składa się ona z sześciu płyt drewnianych, pokrytych pergaminem i bogato kolorowanych. Zachodnia jej część jest obfitą w treść mapą żeglarską /portolanem/, natomiast rysunek wschodniej części nie jest portolanem i opiera się głównie na Ptolemeusza i opisach Marco Polo.

Rozkwit kartografii w epoce Odrodzenia zapoczątkowało wiele odkryć i podróży<sup>2/</sup>, kiedy do 1552 r. odkryto więcej niż połowę lądów. W okresie tym wynaleziono metody powielania map. Pierwszy arkusz mapy powielonej wydany został w 1475 r. odbity na matrycy rytej w drzewie, a zaledwie 3 lata później ukazała się pierwsza mapa z matrycy rytej w blasze miedzianej. Największym kartografem tych lat jest holenderski uczonek Gerhard Kramer /1512-1594 r./, znany pod imieniem MERKATOR, który zastosował do map i atlasów, przez siebie opracowanych i powielanych, wiernokątne odwzorowanie kartograficzne, nazwane "odwzorowaniem Merkatora" /1569 r./ wykorzystywane do dziś ze względu na swe zalety ułatwiające nawigację lotniczą i morską. Topografii wojskowej poświęcał się wówczas genialny artysta, badacz i uczonek włoskiego Renesansu, Leonardo da Vinci, który będąc od 1502 r. Generalnym Inżynierem Wojskowym Cezara Borgii sporządzał niezwykle starannie mapy terenu przyszłych działań wojennych nadając lasom, rzekom i miastom te same barwy, które i dziś stosowane są dla wojskowych map topograficznych<sup>3/</sup>, choć za pierwszą na świecie mapę topograficzną uznana jest mapa Flandrii w 9 arkuszach w skali 1:166000 sporządzona przez Merkatora w 1540 r. w oparciu o własne pomiary.

Polska kartografia wojskowa datuje się od początków XV wieku. Z okresu tego przechowały się wzmianki o pierwszej mapie Polski /wykonanej farbami na płótnie/, która nie była kopią żadnej mapy obcej i na której Polacy uzasadniali w 1421 r. swe żądania terytorialne, podczas sporów z zakonem Krzyżackim. Pierwszą drukowaną /1491 r./

---

1/ J. Szaflarski "Zarys kartografii". PFWK Warszawa 1955 str. 57.

2/ D. Cao 1482, B. Diaz 1496, Vasco da Gama 1498, Krzysztof Kolumb /1492-1502/, Cabot 1497, Cabral 1500, Vaspucci 1503, Magellan 1519.

3/ A. Vallentin "Leonardo da Vinci" PIW Warszawa 1959 r., str. 349.

mapę Europy Środkowej oraz wzorem dla wielu późniejszych opracowań kartograficznych, jest mapa Mikołaja z Kuzy /zm. w 1464 r./, który najprawdopodobniej korzystał z informacji i szkiców znakomitego historyka i geografa polskiego Jana Długosza. Wiadomo także o czterech kartografach, którzy przy Królu Stefanie Batorym sporządzali dla celów wojennych plany zdobytych prowincji, miast i zamków. Początki XVI wieku to okres wybitnej działalności kartograficznej Bernarda Wapowskiego /zm. 1535 r./, którego głównym dziełem była wielka mapa Polski i zachodniej części Litwy /Mappa Regni Poloniae ac M. Duc. Lithuaniae - 1526 r./ w skali 1:1000000, a zatem bardzo szczegółowa jak na owe czasy. Do połowy XVII wieku sporządzano wiele map polskich lecz z reguły były to bądź mapy niewielkich obszarów, bądź przeróbki mapy Wapowskiego<sup>1/</sup>. Późniejszy ponad stuletni okres wyraża się zupełnym brakiem polskich map oryginalnych.

Przełom XVII i XVIII w. przynosi wielką reformę kartografii światowej zarówno w zakresie organizacji prac jak i stosowanych metod. Powszechnie zapanowało wówczas przekonanie o konieczności posiadania dokładnych map zwłaszcza dla celów wojskowych, a osiągnięcie naukowe i umiejętności techniczne umożliwiały przeprowadzenie dokładnych pomiarów astronomicznych i triangulacyjnych, oraz opartych na nich szczegółowych zdjęć sytuacji i rzeźby terenu<sup>2/</sup>.

Do końca XVIII wieku zestawieniem i wydawaniem map zajmowały się osoby prywatne, a przedsiębiorstwa kartograficzne przechodziły z wydawcy ojca na syna. Później kapitał i środki osób prywatnych okazały się niewystarczające dla podjęcia wielkich prac pomiarowych i kartograficznych, przeszły więc one pod kierownictwo państwowe, koncentrując się początkowo w zakładach naukowych, a następnie w wojskowych sztabach generalnych. Przekazanie prac kartograficznych w ręce władz wojskowych nadało kartografii oficjalnej specyficzny charakter, gdyż odtąd - jako poświęcona przeważnie celom wojskowym, a nie gospodarczym - rozwija się ona głównie w kierunku produkcji map topograficznych.

---

1/ Mapa Polski W. Grodeckiego z 1558 r., Mapa Polski Andrzeja Pograbiusa z 1570 r., Mapa Księstwa Oświęcimskiego i Zatorskiego Stanisława Porębskiego z 1563 r., Mapa Polski i Inflant z 1576 r., Mapa Księstwa Połockiego z 1580 r., Mapy Polski i Litwy Macieja Strubicza z około 1590 r., Mapa Litwy, Wołynia, Podola Tomasza Makowskiego z 1613 r., Mapa Województwa Poznańskiego J. Frendenhammera z 1645 r.

2/ Metoda triangulacyjna odkryta została w 1615r. przez Holendra Willebroda Snelliusa /Snel van Roien 1581-1626/. Stolik topograficzny został wynaleziony przez Bawarczyka Praetriusa w 1596 r.

Kartografowie wojskowi tego okresu pracowali w sztabach, towarzyszyli armiom, jednak pojęć topografa wojskowego i inżyniera wojskowego nie odróżniano, przydzielając niekiedy na okres wykonania prac topograficznych oficerów saperów, artylerii czy kwatermistrzostwa. W 1744 roku francuscy inżynierowie - geografowie wojskowi otrzymują stałą organizację, pracującą w ścisłym związku z "Depot de la Guerre", tj. instytutem /zakładem/ historyczno-wojskowym, który z czasem staje się pierwszą komórką wojskowej służby topograficznej. Podobne komórki powstają w innych państwach i tak w 1791 r. powstaje w Anglii "Ordnance Survey" a w 1797 r. w Rosji "Depo Map", przemianowane w 1812 r. na "Korpus Wojskowych Topografów", przy którym istniała już pierwsza na świecie szkoła topografów wojskowych.

W epoce reformy kartografii światowej, polska oryginalna produkcja kartograficzna także osiąga dość wysoki poziom. Z inicjatywy Króla Polski Stanisława Augusta<sup>1/</sup> podjęto opracowanie szczegółowej mapy Polski w skali 1:220 000, opartej na pomiarach miejscowych, inżynierariach i obserwacjach astronomicznych. W ciągu około 20 lat, pod kierownictwem nadwornego kartografa Karola de Perthées i przy współpracy oficerów Wojska Polskiego F. F. Czackiego i J. Bakałowicza zostały wykonane mapy 14 województw koronnych, z których 5 wydano drukiem do 1795 r.<sup>2/</sup> Szeroką inicjatywę w tej kwestii podjął w 1787 r. profesor Krakowskiego Uniwersytetu: "geometra Królewski" Józef Kramer, ogłaszając w czasopiśmie "Pamiętnik historyczno - polityczny" uwagi, w których podaje "sposób do udziałania mapy geometryczno-geograficznej i fizyczno-naturalnej krajów polskich", zalecając przy tym odpowiednie przygotowanie do tych prac oficerów z korpusu inżynierów wojskowych. Wpływu tych uwag Kramera można się dopatrzeć później w uchwale sejmowej z 1789 r. zalecającej użycie oficerów do prac pomiarowych i kartograficznych oraz ustanawiającej w związku z tym etat "pułkownika kartograficznych". Za czasów Królestwa Kongresowego zdjęcia topograficzne

1/ Kartografia łącząca elementy nauki i sztuki znalazła szczególne poparcie Króla Stanisława Augusta. Jakim był miłośnikiem map świadczy jego rozmowa z T. Kościuszką: Gdy Naczelnik prosił o "Komunikację map wybornych polskich", posiadanych przez Króla, ten odparł: "Gdybym miał diamenty, wolałbym je darować, niżli te mapy, które są owocem dwudziestokilkuletniego starania "mojego" - płk mgr F. Osocki. "Dokumentacja Geograficzna" zeszyt 10 wyd. Inst. Geogr. PAN Warszawa - 1955.

2/ Archiwum Główne Akt Dawnych posiada mapy K. de Perthées.

kraju zostają przekazane w ręce Kwatermistrzostwa wojskowego /Prądziński, Chrzanowski i inni/, które w 1822 r. przystąpiło do stworzenia Mapy Topograficznej Królestwa Polskiego w skali 1:42 000. Na ogólną ilość 56 sekcji, 26 wykonano w całości, a 8 dalszych poważnie zaawansowano, po czym praca została przerwana na skutek powstania /1830 r./ a następnie kontynuowana przez sztab carskiej armii, aż do kompletnego ukończenia mapy w 1839 r. i wydania jej jako tajnej /1843 r./ w trzykrotnym zmniejszeniu. W latach 1801-1804 przeprowadzono dokładne zdjęcie topograficzne obszaru byłego zaboru Austriackiego w skali 1:28000 na 275 arkuszach pod nazwą "Karte von Westgalizien". Stanowi ono dla tego obszaru pierwsze szczegółowe zdjęcie topograficzne, wykonane w krótkim czasie, jednolitymi metodami, z jednakową dokładnością i nadzwyczajnym bogactwem szczegółów, zdjętych i opisanych bezpośrednio w terenie<sup>1/</sup>. Prusy wykonały również zdjęcie obszaru zaborszego w skali 1:50000 /1796-1802/. Ponadto w drugiej połowie XIX wieku państwa zaborcze wydają cały szereg map topograficznych ziem polskich. W latach 1880 - 1910 opracowano i wydano mapę zaboru rosyjskiego w skali 1:84000 /zdjęcie oryginalne 1:21000/, na której rysunek rzeźby był najdokładniejszym jej obrazem do czasu wydania przed paroma laty mapy 1:25000. Austria wykonała zdjęcie topograficzne Galicji w skali 1:25000 /1874-1876/, na podstawie którego opracowano i wydano /1873-1890/ mapę pt. "Spezialkarte von Oesterreich - Ungarn 1:75 000/. Niemcy w latach 1832-1914 sporządzili i wydali wojskową mapę topograficzną w skali 1:100000 w oparciu o zdjęcie stolikowe w skali 1:25000.

Ten niezwykle szybki postęp produkcji map wielkoskalowych podyktowany był względami czysto wojskowymi, a mianowicie wprowadzeniem strzelania artyleryjskich z zakrytych stanowisk ogniowych i koniecznością przygotowania danych kierunkowych i odległościowych do tych strzelania z mapy, podczas wojny rosyjsko-tureckiej /1877-1878 r./. Szczególnych map topograficznych wymagali także saperzy do planowania i realizacji zadań związanych z prowadzeniem wojny pozycyjnej.

Stan kartograficznego opracowania ziem polskich w okresie I wojny światowej mimo pewnego bogactwa opracowanych już map pozostawiał wiele do życzenia. Dla znacznych obszarów, istniejące mapy nie odpowiadały ani celom gospodarczym ani tym bardziej wojskowym /dotyczy

---

1/ płk mgr F. Osowski - "Dokumentacja Geograficzna" zeszyt 10, str.6.

to szczególnie terytoriów zaborów austriackiego i pruskiego/, niemniej po zakończeniu wojny Polska weszła od razu w posiadanie dużego zapasu map własnego kraju. Z tą spuścizną rozpoczął pracę Wojskowy Instytut Geograficzny, zorganizowany w 1918 r. jako pierwsza polska komórka wojskowej służby topograficznej.

W 1920 r. WIG przystąpił do systematycznego wydania najbardziej potrzebnej mapy w skali 1:100000. Mapę tę wydano /1924/ drogą foto - mechanicznej, jednobarwnej reprodukcji starych map rosyjskich 1:84000, niemieckich 1:100000 i austriackich 1:75000 ze zmianą obcojęzycznych nazw topograficznych na język polski. Mapa ta była następnie gruntownie sprawdzona w terenie przez topografów wojskowych i na podstawie tak uzyskanego materiału w 1932 r. przystąpiono do wydania tzw. taktycznej Mapy Polski typu znormalizowanego w skali 1:100000.

Niezależnie od wydawania mapy 1:100000, już w 1922 r. przystąpiono do prac związanych z reambulacją posiadanych materiałów i wydaniem mapy szczegółowej w skali 1:25000, która miała służyć jako materiał podstawowy do opracowywania wszelkich innych typów map, a po nadto uwzględniać potrzeby artylerii. W ciągu tych prac stopniowo ograniczano zapożyczenia z dawnych map, tak, że w końcu dotyczyły one tylko podstaw trygonometrycznych i rzeźby terenu, a więc wpływały tylko na dokładność geometryczną. Natomiast inne cechy, jak rzut, format, strona graficzna, a zwłaszcza dokładność opisowa były dorobkiem własnych prób i doświadczeń. Wynikiem tych prób były zmiany metod reprodukcji, jak i gruntownego przepracowania kartograficznego w kierunku zmniejszenia liczby znaków do niezbędnej ilości, gruntownej generalizacji tak sytuacji, jak i rzeźby terenu, prawidłowych nazw oraz celowego wyboru objaśniających skrótów dla ważniejszych przedmiotów. Geometryczna dokładność przy ostrym rysunku, wreszcie szlachetny sposób reprodukcji - miały dokonać reszty. W 1936 roku zostało zakończone pierwsze unowocześnienie, po czym przystąpiono do rewizji arkuszy przestarzałych. Znormalizowany typ mapy opierał się na "Przepisach podstawowych o sporządzaniu map wojskowych i opisu wojskowo-geograficznego" z roku 1929<sup>1/</sup>, które ustaliły następujące typy map podstawowych: Mapa Szczegółowa 1:25 000, Mapa Taktyczna 1:100000, Mapa Operacyjna 1:300000

---

1/ "Przepisy podstawowe o sporządzaniu map wojskowych i opisu wojskowo-geograficznego" MSWojsk. Geogr. - 1929 Warszawa.

oraz dalsze w skalach 1:500000 i 1:1000000<sup>1/</sup>. Do 1939 roku wydano około 2000 arkuszy map 1:25 000 i 482 arkusze map 1:100000. Mapę 1:300000 wydano dla obszaru Polski w granicach z 1939 r. wraz z arkuszami pogranicznymi, zaś z 18-tu przewidzianych arkuszy "Mapy Polski i Krajów Ościennych" w skali 1:500000 wydano do wojny 1939 r. tylko sześć obejmujących północną i środkową część Polski. Ponadto WIG wykonał do 1939 roku pięć arkuszy Międzynarodowej Mapy Świata w skali 1:1000000.

Wymienione mapy zabezpieczyły potrzeby polskich sił zbrojnych w okresie międzywojennym, wykorzystywane były w kampanii wrześniowej 1939 r., a następnie w toku II wojny światowej wydawane były drogą kontrreprodukcji przez armię hitlerowską /OKH/, armię angielską /Geographical Section, General Staff. War - Office 1941/, a także wykorzystywane były jako materiały kartograficzne, obok własnych/z 1880 - -1910 r./ przez kartograficzne oddziały Sztabu Generalnego Armii Czerwonej.

W nowych warunkach powojennych Polska nie posiadała zupełnie map, gdyż zmiany terytorialne, zmiany gospodarcze i zniszczenia wojenne wartość map posiadanych sprowadziły do zera. Lukę tę trzeba było jak najprędzej wypełnić. Wojskowemu Instytutowi Geograficznemu w Warszawie ocalał tylko rozbity gmach. Całe urządzenie wewnętrzne zostało wywiezione przez okupanta, a personel rozproszony. Wszystko należało zacząć od początku. W pierwszym rzucie uruchomiono jeden offset jednokolorowy, sprowadzono trochę papieru, chemikalii i zgrupowano zespół starych pracowników, aby wydać już na początku 1946 r. pierwszą Mapę Polski Ludowej w skali 1:1000000. Następne wydawnictwa to mapa "uniwersalna" 1:500000 i samochodowa w skali 1:1000000. Dalsze osiągnięcia WIG-u, to tymczasowe wydanie mapy 1:100000 i 1:50000 w układzie współrzędnych "Borowa Góra" /1951 r./. Mapę tę opracowano drogą unaczęśniania w terenie /1948-49/ mapy przedwojennej, przy czym była ona mechanicznym powiększeniem mapy 1:100000. W tym czasie przemianowano WIG na Zarząd Topograficzny Sztabu Generalnego. Kolejnymi pracami Zarządu było wydanie map taktycznych 1:100000 i 1:50000 drogą kontrreprodukcji analogicznych map radzieckich, a następnie wykonanie nowego pełnego zdjęcia fototopograficznego obszaru Polski /1953-60/ i wydanie mapy szczegółowej 1:25000, którą zaliczyć możemy do szeregu najlepszych map w kartografii światowej zarówno pod względem dokładności, bogactwa treści jak

1/ N-34 Kraków, M-35 Lwów, N-33 Berlin- N-34 Warszawa i N-35 Wilno.

i szaty graficznej. Obecnie Zarząd Topograficzny Sztabu Generalnego prowadzi szerokie prace związane z przebudową, zagęszczeniem i zwiększeniem dokładności sieci triangulacyjnej oraz wykonaniem doskonalszego zdjęcia terenu w skali 1:10000. Mapa w tej skali winna zabezpieczyć w pełni wszelkie potrzeby wojenne, ze strzelaniami rakietowymi włącznie. Równolegle prowadzone są prace związane z wydaniem szeregu wojskowych map specjalnych.

#### Wymagania stawiane współczesnym mapom wojskowym

Współczesne mapy topograficzne, a szczególnie mapy o dużych skalach jak 1:25 000, 1:50 000, 1:100 000, ze względu na to, że zaspokajają potrzeby związane z zagospodarowaniem przestrzennym i obronnością kraju powinny spełniać następujące zasadnicze warunki:

1. - mapa powinna być przejrzysta, łatwo czytelna, powinna umożliwiać łatwe i szybkie orientowanie się w terenie;
2. - dokładność przedstawienia elementów terenu powinna odpowiadać skali mapy, a błędy nie powinny przekraczać dopuszczalnych odchylek. Wymagania, aby mapa przedstawiała geometryczny obraz rzeczywistości, muszą być zachowane tak daleko, jak tylko skala na to pozwoli. Np. przy skali 1:50000, 10 m w terenie odpowiada 0,2 mm na mapie co stanowi praktycznie najmniejszy rozmiar, który graficznie można jeszcze uwydatnić. Oczywiście jest, że długość ta jest w tej skali granicą odtwarzania najmniejszych szczegółów;
3. - znaki topograficzne obiektów i opisane na mapie wartości liczbowe powinny ściśle odpowiadać ich charakterowi i wartościom w terenie, przy czym znaki topograficzne powinny odpowiadać oprócz tego następującym warunkom:
  - powinny być jak najprostsze, by nie sprawiały trudności w ich odczytywaniu i rysowaniu;
  - powinny być jak najbardziej podobne w kształcie i kolorze do przedmiotów, które przedstawiają, by nie było trudności w ich rozpoznaniu;
  - powinny się różnić pomiędzy sobą tak, aby nie było wątpliwości co do ich znaczenia.

Przy generalizacji terenu na mapie, z uwagi na jej skalę i przejrzystość, powinny być zachowane te wszystkie szczegóły terenu, które mają znaczenie dla obronności kraju i gospodarki narodowej lub decydują o charakterze terenu.

- Ponadto szczególnie od wojskowych map topograficznych wymaga się by:
- posiadały siatkę geograficzną i kilometrową;
  - posiadały elementy orientacji wskazujące zależność pomiędzy kierunkami północy geograficznej, topograficznej i magnetycznej umożliwiające przeliczenie azymutów /tzn. wartości, zboczenia magnetycznego z podaniem jego zmian rocznych i kierunku tych zmian, zbieżności południków oraz uchylenia magnetycznego w stopniach i tysięcznych/;
  - dawały wierne kąty pomiędzy tymi samymi kierunkami na mapie i w terenie oraz minimalne tylko zniekształcenie liniowe i powierzchniolowe;
  - umożliwiały szybkie określenie wyniosłości punktów i ich wzajemnej widoczności, kąta spadku terenu i sporządzenie na podstawie mapy profilu terenu, określenie kierunku opadania terenu itp.;
  - były aktualne tj. zgodne z faktycznym stanem w terenie;
  - były jednolite dla całego państwa i krajów sąsiednich, by całości wicie pokrywały znaczne terytoria i dawały się bez specjalnych trudności dobierać i sklejać;
  - dawały jak najbardziej pełną charakterystykę przedstawianych rejonów.

Powyżej przedstawione wymagania stawiane są współczesnym mapom topograficznym przez dowódców ogólnowojskowych. Inne wymagania stawiane w zakresie wykonywania prac specjalnych, jak dokładne dowiązanie elementów ugrupowania bojowego artylerii, tajne dowodzenie wojskami, analiza geologicznych elementów terenu itp. zaspokajane są drogą sporządzania wojskowych map specjalnych.

#### KSZTAŁT I WYMIARY ZIEMI

Mówiąc o kształcie Ziemi, mamy na myśli nie rzeczywistą, fizyczną jej powierzchnię, ze wszystkimi jej nierównościami /górami, nizinami itp./ lecz powierzchnię odpowiadającą średniemu poziomowi mórz i oceanów przedłużoną pod powierzchnią lądów; powierzchnia ta jest prostopadła do pionu w każdym miejscu na powierzchni Ziemi, a bryła ograniczona tą powierzchnią jest geometrycznie nieregularna i nosi nazwę geoidy. Geoida, jest bryłą o kształcie bardzo zbliżonym do elipsoidy tj. bryłą powstałej przez obrót elipsy dookoła swej krótszej osi, a więc bryłą geometrycznie regularnej i wymiernej.

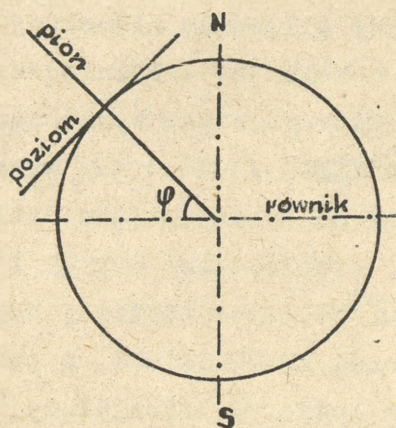
Jak obliczono w toku długoletnich obserwacji powierzchnia elipsoidy różni się pod względem odległości od środka Ziemi od powierzchni geoidy nie więcej niż 150 m. Taka różnica, nawet przy dokładnych pomiarach na powierzchni Ziemi powoduje nieznaczne odchyłki praktyczne, tak, że w celu sporządzenia map, powierzchnię elipsoidy można przyjąć za powierzchnię geoidy.

Elipsoidę o wymiarach najbardziej zbliżonych do wymiarów geoidy nazywamy elipsoidą ziemską lub sferoidą. Podstawą dla pomiarów kątów przy pomocy instrumentów geodezyjnych jest horyzont wyznaczony przez poziomnicę /libelę/ albo pion czyli kierunek siły ciężkości w danym miejscu, przedłużony aż do przecięcia z kulą niebios. Pion nie przechodzi przez środek Ziemi sferoidalnej, jakby to miało miejsce w przypadku, gdyby Ziemia była kulą.

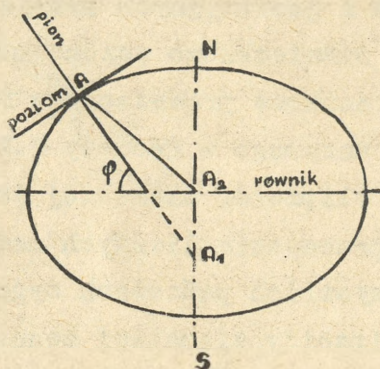
Kąt utworzony pomiędzy kierunkiem pionu w danym miejscu  $/AA^1/$  i promieniem poprowadzonym od środka Ziemi do miejsca obserwacji  $/AA^2/$  zależy od szerokości geograficznej oraz od spłaszczenia sferoidy. Tylko na biegunach i na równiku równa się on zeru. Za pomocą wzorów matematycznych można by wyznaczyć ten kąt znając szerokość geograficzną miejsca obserwacji oraz rozmiary sferoidy. Obliczenia teoretyczne odbiegają jednak od wartości rzeczywistych gdyż istnieją zakłócenia spowodowane nierównym przyciąganiem mas, jakie stwierdzić można w pobliżu wielkich gór, np. w Nicei zboczenia pionu wynosi około 20". Ponadto okazało się, że wielkie próżnie znajdujące się wewnątrz Ziemi, wywierają wpływ odchylający na kierunek pionu ku stronie, gdzie tej próżni nie ma, ponieważ masa większa przyciąga pion. Wynika stąd konieczność uzupełniania pomiarów geodezyjnych pomiarami siły ciężkości czyli grawimetrią.

Wymiary elipsoidy ziemskiej określane są drogą skomplikowanych pomiarów początkowo południków i równoleżników, a następnie całej bryły ziemskiej. Oś obrotu ziemi jest krótsza od średnicy równika o około 43 km, dlatego też dla szeregu prac praktycznych nie wymagających specjalnej dokładności Ziemię traktuje się jak kulę o promieniu 6374 km i powierzchni około 510 mln. km<sup>2</sup>.

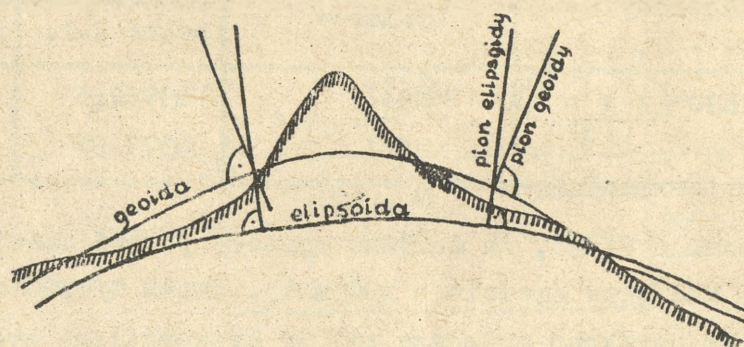
Ustalenie wymiarów elipsoidy ziemskiej najbardziej zbliżonej w swej formie do istotnego kształtu Ziemi, ma duże znaczenie praktyczne, szczególnie w odniesieniu do opracowania dokładnych map topograficznych i przedstawienia na nich fizycznej powierzchni Ziemi. Jeżeli wymiary elipsoidy ziemskiej będą ustalone niedokładnie spowoduje to



Pion kuli



Pion elipsoidy



Przekrój elipsoidy i geoidy

niedokładne przerzutowanie na nią, a następnie na mapę, wszystkich linii, konturów i kątów w porównaniu z ich rzeczywistymi wielkościami i kształtem na powierzchni Ziemi.

Do chwili obecnej nie ustalono jeszcze dla wszystkich państw jedynych wymiarów elipsoidy ziemskiej. W USA, Anglii, Francji i innych państwach kapitalistycznych wykorzystuje się różne i przestarzałe pod względem dokładności dane o wymiarach Ziemi obliczone przez licznych uczonych jeszcze w minionym stuleciu.

Przy opracowaniu starych map polskich, za podstawę obliczeń karto - graficznych i geodezyjnych przyjęto wymiary elipsoidy ziemskiej podane przez niemieckiego uczonego Bessela w roku 1841. Późniejsze obserwacje naukowe prowadzone w ZSRR pod kierownictwem wybitnego radzieckiego uczonego - geodety F.N. KRASOWSKIEGO /1878-1948/ wykazały, że wymiary elipsoidy ziemskiej Bessela nie są wystarczająco dokładne. W wyniku opracowania licznych materiałów, opublikowano w ZSRR i przyjęto we wszystkich państwach sygnatariusza<sup>ach</sup> UW, nowe bardziej dokładne wymiary elipsoidy ziemskiej zwanej elipsoidą KRASOWSKIEGO, z punktem przyłożenia czyli punktem początkowym dla pomiarów triangulacyjnych I rzędu w Pużkowie koło Leningradu.

W poniższej tabelce podane jest porównanie głównych wymiarów elipsoidy KRASOWSKIEGO i BESSELA.

Nazwa elipsoidy	Rok określenia wymiarów	Wymiary elipsoidy w m	
		półś długości	półś szerokości
KRASOWSKIEGO	1946	6378245	6356863
BESSELA	1841	6377397	6356079

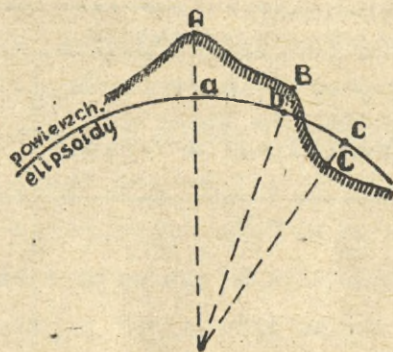
Z zestawienia widać, że zarówno wymiary półosi dużej jak i małej wg Bessela są mniejsze średnio o 800 m tj. około 1/7500 swej długości. W związku z tym uzyskano mniejsze niż wg Krasowskiego arkusze map. Np. powierzchnia odpowiadająca w swych wymiarach jednemu arkuszowi mapy 1:100 000 jest o około 40 ha mniejsza niż na elipsoidzie Krasowskiego. Powierzchnia zaś całej elipsoidy ziemskiej jest mniejsza o około 170 000 km<sup>2</sup>.

Fizyczna powierzchnia Ziemi jest powierzchnią krzywą i nieprawkową. Aby przedstawić taką powierzchnię na mapie tj. na płaszczyźnie, należy ją uprzednio przerzutować odpowiednimi liniami na przyjętą powierzchnię elipsoidy ziemskiej, a następnie z elipsoidy czyli powierzchni regularnej na płaszczyznę.

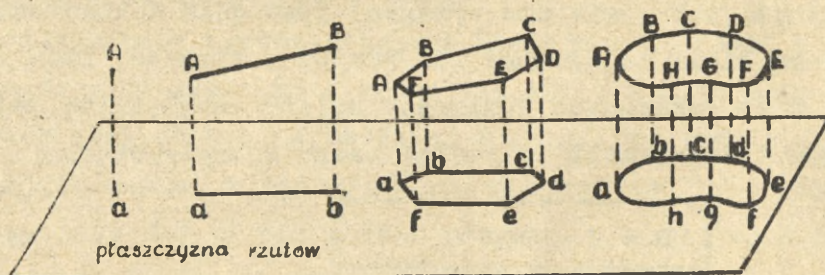
Małe wycinki terenu można przenosić /rzutować/ na płaszczyznę poziomą bez uwzględnienia krzywizny Ziemi otrzymując plan.

Przy rzutowaniu na płaszczyznę poziomą dużych obszarów uwzględnia się kulistość Ziemi otrzymując mapę.

Przedstawienie na planie punktów, linii i konturów nazywa się ich poziomym rzutem lub poziomą projekcją.



Rzutowanie fizycznej powierzchni ziemi na powierzchnię elipsoidy



Poziomy rzut (projekcja) punktów, linii i konturów

Przy zdjęciu terenu, na mapę nanosi się poziome rzuty wszystkich linii i konturów wykreślanych powierzchni, rzutując je na przyjętą płaszczyznę poziomą. Tak jak w terenie wszystkie linie są przeważnie nachylone tak ich rzuty poziome są zawsze krótsze. Różnice między długościami linii a ich rzutami poziomymi zależą od kątów nachylenia tych linii w stosunku do poziomu.

Zależność tę charakteryzuje poniższa tabelka:

Kąt nachylenia	Poprawka na każde 100 m	
	Przy przejściu do rzutu poziomego na mapie do długości linii w terenie	Przy przejściu długości linii w terenie do rzutu poziomego na mapie
5	+ 0,4	- 0,4
10	+ 1,5	- 1,5
15	+ 3,5	- 3,4
20	+ 6,4	- 6,0
25	+10,3	- 9,4
30	+15,5	-13,4
35	+22,1	-18,1
40	+30,5	-23,4

W terenie równinnym, tam gdzie nie wymagana jest duża dokładność, można przyjmować długość linii za długość ich rzutów poziomych, lecz w terenie górzystym i przy dokładnych pomiarach należy uwzględniać poprawki jeżeli nie wg powyższej tabeli to według wzoru geometrycznego:

$$D = d \cdot \cos \alpha$$

gdzie  $\alpha$  jest kątem nachylenia linii D do poziomu.

Przykłady: I. Na mapie zmierzono odległość równą 2,5 km przy średnim kącie nachylenia  $30^\circ$ . Rzeczywista odległość w terenie wynosi:

$$D = 2500 \text{ m} + /25 \times 15,5/ = 2887,5 \text{ m.}$$

II. W terenie zmierzono odległość równą 2,5 km przy średnim kącie nachylenia  $30^\circ$ . Rzut poziomy tej odległości w celu naniesienia jej na mapę wynosi:

$$D = 2500 \text{ m} \times 0,866 = 2165 \text{ m} / \cos 30^\circ = 0,866/.$$

Przedstawiając na płaszczyźnie duże obszary powierzchni Ziemi uwzględnia się jej kulisty kształt. W tym celu stosuje się liczne geometryczne sposoby wykreślenia siatki południków i równoleżników na płaszczyźnie, a następnie oczka tej siatki wykorzystuje się jako kanwę dla przedstawienia wszystkich szczegółów sytuacji topograficznej i rzeźby terenu. Jednakże przy konstrukcji siatki geograficznej jej oczka, a następnie wszystkie szczegóły w tych oczkach zniekształcają się, w jednym miejscu

rozciągając się, w innym kurcząc, w porównaniu z ich kształtem na globusie.

W rezultacie tych zniekształceń skala takiego wyobrażenia terenu jest niejednakowa w rozmaitych miejscach. Sposób wykreślenia na płaszczyźnie siatki geograficznej sferoidy ziemskiej i przedstawienia na jej podstawie powierzchni Ziemi nazywa się projekcją kartograficzną, odwzorowaniem lub rzutem kartograficznym. Uzyskana przy tym siatka południków i równoleżników nazywa się siatką kartograficzną, a wyobrażenie sytuacji topograficznej i rzeźby terenu na jej podstawie - mapą.

Mapą nazywamy więc zmniejszone wyobrażenie /graficzne przedstawienie/ powierzchni Ziemi lub jej części wykonane na płaszczyźnie w dowolnej projekcji kartograficznej.

Z pojęcia planu i mapy wynika, że zasadnicza różnica między nimi polega na tym, że na planie rysunek terenu uzyskuje się w jednolitej z góry założonej i określonej skali, podczas gdy na mapie w różnych jej miejscach istnieją różne skale.

Wszystkie mapy przedstawiające powierzchnię Ziemi, w tym morza i oceany - to mapy geograficzne, pewna zaś ich grupa to mapy topograficzne, mapy dużych skal dające najbardziej szczegółowe przedstawienie terenu.

Przyjęto mapami topograficznymi nazywać te, na których teren zmniejszony jest więcej niż milion razy tj. w skali większej niż 1:1000000. Mapy w skalach mniejszych nazywano przeglądowymi, gdyż wszystkie ważniejsze elementy geograficzne powierzchni Ziemi, pokazane są na nich, ze znacznymi uogólnieniami.

Mapy topograficzne sporządza się z reguły bezpośrednio drogą instrumentalnych zdjęć terenu wg zdjęć lotniczych lub zestawia się drogą generalizacji z map większych skal. Mapy geograficzne sporządza się także wg map topograficznych lecz drogą daleko idącej generalizacji i wykorzystania licznych materiałów tekstowych i opisowych.

#### Istota układu współrzędnych geograficznych

Położenie punktów na kuli ziemskiej i mapie określa się za pomocą współrzędnych geograficznych. Oś obrotu Ziemi /NS/ przebiega kulę ziemską w punktach zwanych biegunami, północnym i południowym. Płaskość przechodząca przez środek Ziemi i prostopadła do osi obrotu przecina powierzchnię Ziemi wzdłuż linii zwanej równikiem. Wszystkie inne płaszczyzny prostopadłe do osi obrotu i równoległe do płaszczyzny równika, przecinają kulę ziemską wzdłuż linii zwanych równoleżni-

kami. Wszystkie płaszczyzny przechodzące przez oś obrotu i prostopadłe do płaszczyzny równika, przecinają kulę ziemską wzdłuż linii zwanych południkami.

Południki i równoleżniki tworzą siatkę geograficzną umożliwiającą określenie położenia punktów na kuli ziemskiej, globusie lub mapie, posiadającą wykreśloną siatkę geograficzną.

Wielkości kątowe określające położenie punktu /A/ na powierzchni Ziemi nazywamy współrzędnymi geograficznymi i są nimi:

$\psi$  - szerokość geograficzna;  
 $\lambda$  - długość geograficzna.

Wielkości te podajemy w stopniach, minutach i sekundach. Szerokość geograficzna /  $\psi$  / punktu jest to kąt zawarty między płaszczyzną równika, a kierunkiem pionu danego miejsca na powierzchni Ziemi. Szerokość geograficzną mierzy się od równika na północ i południe w granicach od  $0^{\circ}$  do  $90^{\circ}$ . Stąd szerokość geograficzna północna i południowa.

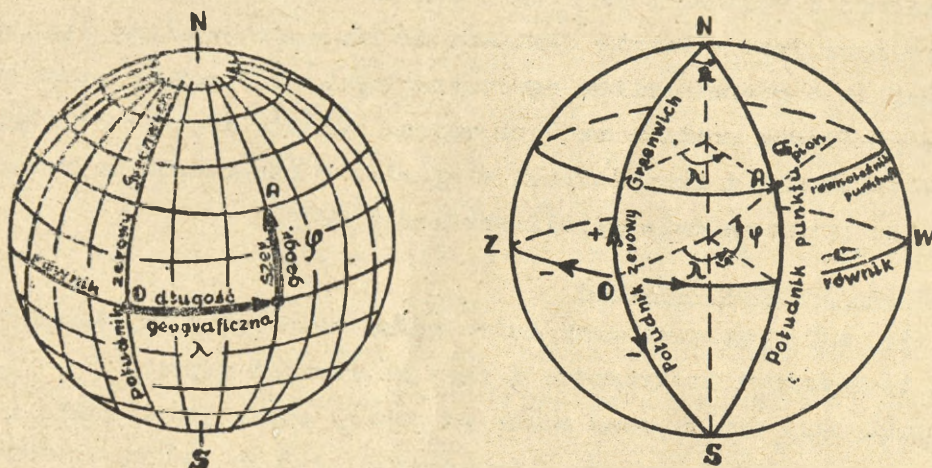
Długość geograficzna /  $\lambda$  / jest to kąt dwuścienny zawarty między płaszczyzną południka zerowego, a płaszczyzną południka przechodzącego przez dany punkt. Długość geograficzną mierzy się od południka przyjętego za zerowy na wschód i zachód w granicach od  $0^{\circ}$  do  $180^{\circ}$ , stąd długość geograficzna wschodnia i zachodnia.

Do niedawna istniało szereg południków przyjętych za zerowe dla różnych państw. Oto kilka najczęściej spotykanych:

Greenwich	- $0^{\circ} 0' 0''$
Ferro	- $17^{\circ} 39' 46''$ dł.geogr.zach.
Paryż	- $12^{\circ} 20' 15''$ dł.geogr.wsch.
Berlin	- $13^{\circ} 6' 22''$ dł.geogr.wsch.
Fuławki	- $30^{\circ} 19' 58,5''$ dł.geogr.wsch.

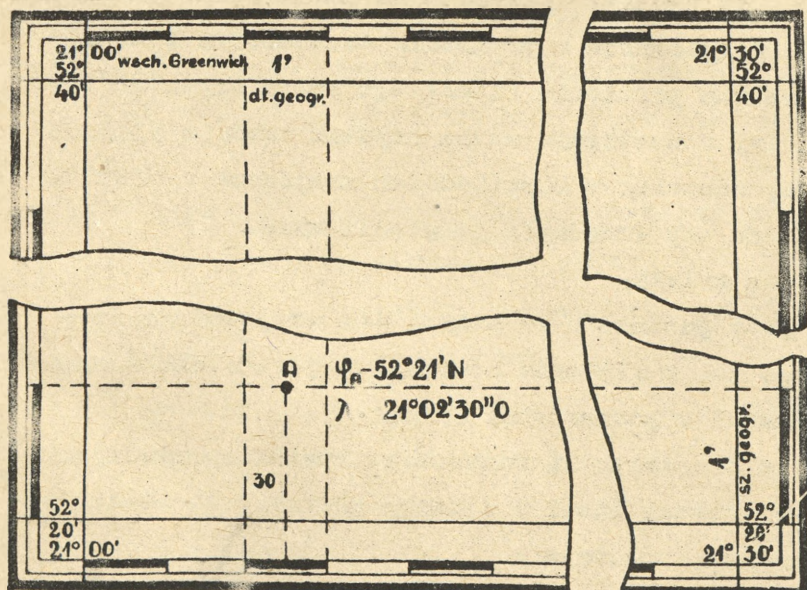
Obecnie za południk zerowy w układzie międzynarodowym przyjęty został południk przechodzący przez obserwatorium astronomiczne w miejscowości Greenwich koło Londynu. Wykorzystując starą mapę należy sprawdzić, od którego południka określone są długości geograficzne punktów na niej, o czym winna być adnotacja na ramce mapy.

Na mapie w skali 1:1000 000 wykreślona jest siatka współrzędnych geograficznych w formie linii obrazujących południki i równoleżniki



Współrzędne geograficzne

co 1 stopień szerokości i długości geograficznej, zaś na mapie w skali 1:500000 z reguły południki poprowadzone są co 30', a równoleżniki co 20'. Położenie punktów na tych mapach określa się bezpośrednio podając pełne wartości stopni z opisu pozaramkowego, a ilość minut z interpolacji



Współrzędne geograficzne na mapie w skali 1:400000

odstępu między najbliższymi liniami południków i równoleżników. Na mapach w skalach 1:200 000 i większych siatka współrzędnych geograficznych wykreślona jest w formie odcinków obrazujących wymiary liniowe minut południków i równoleżników ograniczających dany arkusz mapy. Współrzędne geograficzne punktów na tych mapach określa się wykreślając dodatkowe południki i równoleżniki w oparciu o oznaczenia na ramkach lub rzutując punkt na dwie najbliższe ramki mapy.

#### Istota rzutów kartograficznych

Przeoglądając atlas geograficzny łatwo można zauważyć różny kształt i wygląd tych samych kontynentów i mórz na różnych mapach. Ten sam kontynent czy to samo morze na jednej mapie jest wąskie i wydłużone, a na drugiej krótkie i poszerzone, lub na jednej proste, a na innej wygięte.

Aby wyjaśnić to zjawisko musimy przede wszystkim uprzytomnić sobie, że powierzchnia Ziemi jest powierzchnią krzywą, nie dającą rozwijać się na płaszczyźnie, tak jak można by rozwinąć powierzchnię stożka, walca czy sześcianu. Mapa natomiast, która jest graficznym przedstawieniem powierzchni ziemskiej - jest płaska. Rzecz prosta, że powierzchnię krzywej nie można odwzorować na płaszczyźnie bez deformacji i zniekształceń, co jest możliwe wyłącznie na powierzchni kulistej modelu zwanego globusem. Na globusie o promieniu stanowiącym pomniejszenie w odpowiednim stosunku promienia ziemskiego można wrysować sieć południków i równoleżników, a następnie można uzyskać treść w postaci zarysów lądów i mórz, nanosząc w odpowiednich miejscach wykreślonej siatki punkty o znanych współrzędnych geograficznych.

Globus posiada następujące zalety:

- skala globusu jest jednakowa we wszystkich miejscach i kierunkach, dlatego też o globusie mówimy, że jest równoodległościowym odwzorowaniem powierzchni Ziemi;
- wszystkie kąty w dowolnych kierunkach są równe odpowiadającym im kątom na powierzchni Ziemi i dlatego globus jest odwzorowaniem równokątnym/wiernokątnym;

- powierzchnie wszystkich obiektów geograficznych na globusie pozostają w stałym stosunku do powierzchni tych obiektów na Ziemi, czyli globus jest odwzorowaniem równopowierzchniowym;
- najkrótsza odległość między dwoma punktami czyli ortodroma na powierzchni Ziemi i na globusie jest odcinkiem koła wielkiego, tj. koła przechodzącego przez środek Ziemi czy globusa. Zmierzona więc w skali odległość między dwoma punktami na globusie jest ortodromą, czyli najkrótszą odległością. Na mapie zaś ortodromą jest najczęściej linia krzywa, której długość trzeba obliczać skomplikowanymi wzorami.

Użyteczność jednak globusu jest ograniczona niedogodnym kształtem i koniecznością znacznego pomniejszenia Ziemi. Np. globus w skali 1:10 000 000 musiałby mieć średnicę 1,27 m.

Drugim sposobem odwzorowania powierzchni Ziemi jest przedstawienie jej na płaszczyźnie. Gdy chcemy przedstawić w pomniejszeniu np. Australię, to na arkuszu z wykreśloną w zmniejszeniu siatką geograficzną przenosimy odpowiednio punkty stanowiące linię w ten sposób, by na Ziemi i na rysunku miały one to samo położenie geograficzne.

Cały więc problem odwzorowania polega na wykreśleniu pomniejszonej sieci geograficznej na płaszczyźnie. Sieć taka nazywa się siecią kartograficzną.

Nauka o sposobach odwzorowania powierzchni krzywej na płaszczyznę nazywa się teorią rzutów kartograficznych, i ma na celu:

- określenie sposobów odwzorowania zależnie od warunków, jakim powinna odpowiadać mapa;
- badanie zniekształceń powstałych wskutek zastosowania tego lub innego odwzorowania;
- określanie kiedy powinien być stosowany ten lub inny rodzaj odwzorowania.

Rzutem kartograficznym nazywamy odwzorowanie matematycznej powierzchni bryły ziemskiej, bezpośrednio na płaszczyznę, czy też na powierzchnię stożka lub walca rozwiniętą później na płaszczyznę.

Dla zobrazowania trudności wykreślenia siatki kartograficznej i konie -

cznych zniekształceń, powstałych w wyniku tego procesu rozpatrzymy jedną z najprostszycy siatek.

Przyjmujemy, że Ziemia jest kulą o promieniu 6370 km, której obraz chcemy narysować w skali 1:100 000 000. Skala w jakiej zmniejszamy kulę ziemską nazywa się skalą główną.

W naszym przykładzie uzyskamy następujące wymiary:

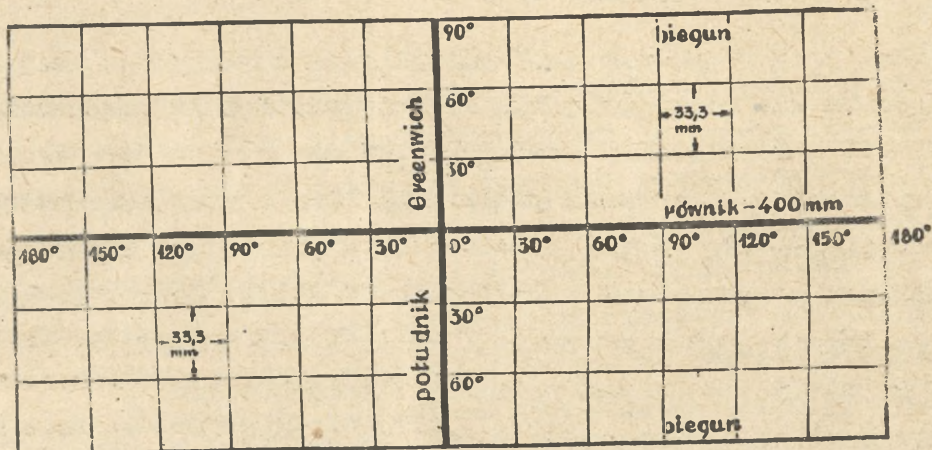
$$r = 6370 \text{ km} : 100\,000\,000 = 63,70 \text{ mm} ;$$

$$\text{obwód równika} = 2\pi r = 2 \cdot 3,14 \cdot 63,7 \text{ mm} = 400 \text{ mm} ;$$

$$\text{odstęp między południkami i równoleżnikami co } 30^\circ$$

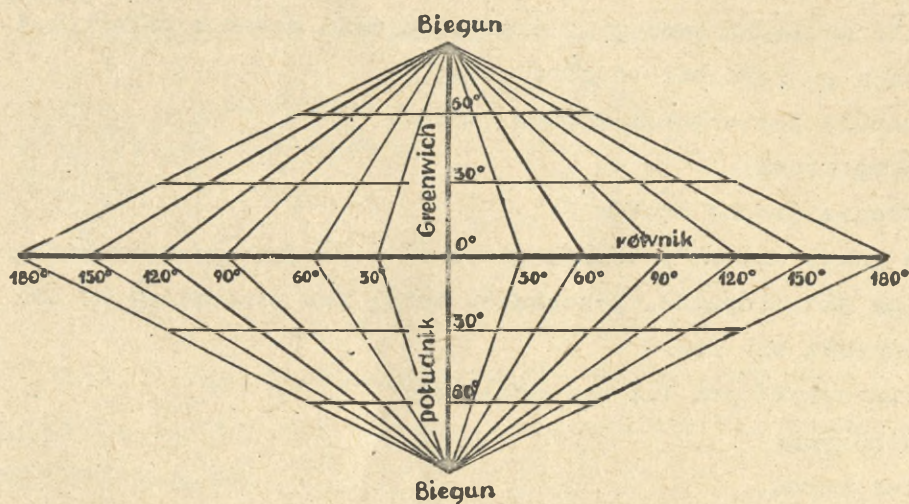
$$\text{wynosić będą: } /360 : 30 = 12/.$$

$$400 \text{ mm} : 12 = 33,3 \text{ mm}.$$



Siatka kartograficzna kwadratowa.

Otrzymujemy w ten sposób siatkę kwadratową, w której południki są równe i równoległe, ale nie przecinają się na biegunie, równoleżniki zaś są równe i równoległe, a więc mają fałszywe długości, biegun jako punkt odwzoruje się jako odcinek linii prostej równy długości równika. Gdy wykreślimy siatkę skośną to południki przetną się na biegunie, lecz wszystkie z wyjątkiem środkowego  $/0^\circ/$  będą wydłużone tym bardziej im dalej odsuwamy się od środka.



Siatka kartograficzna skośna

Równoleżniki zaś są równoległe, skracają się w miarę oddalania się od równika, lecz długości ich /z wyjątkiem równika/ są też fałszywe gdyż np. równoleżnik  $60^{\circ}$  powinien stanowić połowę równika, a stanowi jego trzecią część. Ponadto południki nie przecinają się z równoleżnikami pod kątami prostymi, a więc kąty są fałszywe.

Powyższe przykłady przekonują nas, że nie można przedstawić na płaszczyźnie siatki geograficznej zachowując bez zniekształceń wszystkie jej wielkości i właściwości. Długość południków lub równoleżników musi być zniekształcona co pociąga za sobą zniekształcenia pozostałych wielkości tj. kątów i powierzchni.

Trzy te wielkości: odległość, kąt i powierzchnia nie mogą być równocześnie wiernie zachowane przy konstrukcji siatek kartograficznych i nawzajem wykluczają się, tj. możemy otrzymać albo siatkę zachowującą równe odległości kosztem zniekształcenia kątów i powierzchni, albo siatkę zachowującą równe kąty kosztem zniekształcenia odległości i powierzchni, lub też siatkę zachowującą równe powierzchnie kosztem zniekształcenia odległości i kątów. Rugowania zniekształceń dokonuje się drogą rzutowania powierzchni Ziemi na powierzchnie rozwijalne jak pobocznica stożka lub walca.

Podział odwzorowań i siatek kartograficznych

Odwzorowanie i siatki kartograficzne podzielić można w zależności od:

- rodzaju powierzchni odwzorowania;
- położenia powierzchni odwzorowania;
- zniekształceń;
- położenia środka rzutów.

Podstawowe grupy siatek powstają przez odwzorowanie powierzchni kuli ziemskiej na płaszczyźnie, pobocznicy walca lub pobocznicy stożka i dlatego nazywają się one:

- a - płaskie lub azymutalne;
- b - walcowe;
- c - stożkowe.

Odwzorowa nia	a) Normalne (biegunowe)	b) Poprzeczne (równikowe)	c) Dowlone (skośne)
Płaszczyznowe a) (azymutalne)			
b) Walcowe			
c) Stożkowe			

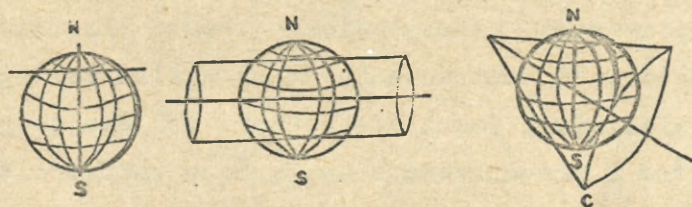
**Rodzaje odwzorowań kartograficznych**

Pobocznice walca lub stożka rozwija się następnie na płaszczyznę i odgrywają one rolę pomocniczą.

W zależności od położenia powierzchni odwzorowania względem kuli ziemskiej, odróżniamy w każdej z wymienionych grup siatki:

- a - siatki normalne lub biegunowe;
- b - poprzeczne lub równikowe;
- c - dowolne lub skośne.

Płaszczyzny walca lub stożka mogą być ponadto styczne, bądź sieczne do powierzchni Ziemi lub nie mieć z nią punktów wspólnych.



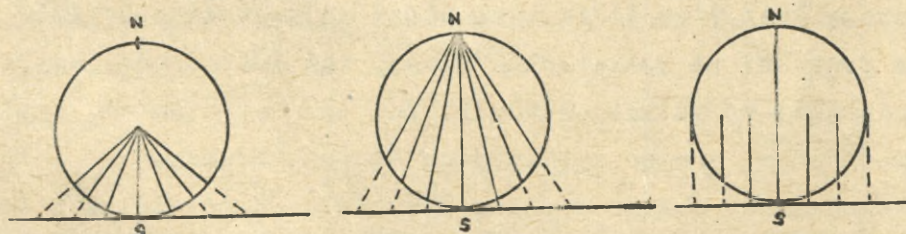
### Siatki azymutalne (a), walcowe (b) i stożkowe (c) sieczne

Ze względu na warunki matematyczne i zniekształcenia odwzorowania /siatki/ dzielimy na:

- a/ wiernokątne /równokątne/;
- b/ równoodległościowe;
- c/ równopowierzchniowe /wiernopowierzchniowe/.

Ze względu na położenie środka rzutów odwzorowania dzielimy na:

- a - centralne /środkowe/, gdy promienie rzutowe wychodzą ze środka odwzorowanej kuli;
- b - stereograficzne, gdy środek rzutów położony jest na powierzchni kuli w punkcie przeciwległym punktowi styczności;
- c - ortograficzne, gdy środek rzutów położony jest w nieskończoności, czyli gdy promienie rzutowe są równoległe.



Odwzorowanie centralne, stereograficzne i ortograficzne

Prócz wymienionych odwzorowań istnieją też pewne modyfikacje wynikające z założeń matematycznych, które nadają im cechy odrębne mimo zachowania pewnego podobieństwa. Odwzorowania takie nazywamy pseudoazymutalnymi, pseudowalcowymi czy pseudostożkowymi.

Istnieją również siatki, które nie należą do żadnej z zasadniczych grup lecz zachowują podobieństwo konturów i nazwane są wiernokątowymi, lub wiernozarysowymi. Stosuje się je często dla celów ogólnogeograficznych. O wyborze i zastosowaniu danej siatki kartograficznej decydują: kształt, wielkości, położenie obszaru podlegającego odwzorowaniu oraz charakter i przeznaczenie mapy. Mapy radzieckie i nowe mapy polskie opracowane są z zastosowaniem wiernokątnego, walcowego, poprzecznego odwzorowania Gaussa-Krügera.

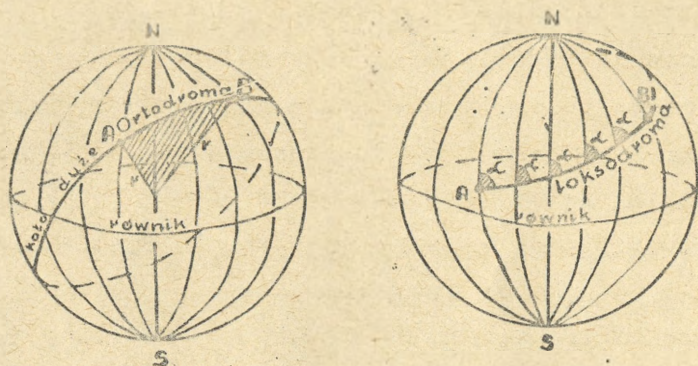
#### Ortodroma i loksodroma

Najkrótszą drogą na kuli ziemskiej jest łuk koła wielkiego zwanego ortodromą, czyli prostobieżnią i dla dalekich podróży morskich lub lotniczych obiera się tę właśnie drogę. Spośród linii siatki geograficznej tylko równik i południki są kołami wielkimi i marynarzowie łatwo poruszają się po nich.

Kompas, który wytycza drogę na morzu, pokazuje stale kąt pod jakim ustawiony jest statek względem południków. Łuk koła wielkiego/ortodroma/ łączący dwa dowolne punkty na powierzchni Ziemi, nie przecina południków pod jednym i tym samym kątem /azymutem lub kursem/ jak równik czy równoleżniki. Chcąc płynąć po najkrótszej drodze statek musi stale zmieniać kurs, w stosunku do kierunku północnego, wyznaczonego przez igłę busoli. Ciągła zmiana kierunku jest bardzo nie wygodna i dlatego marynarze wolą często drogę dłuższą, ale prowadzącą do celu bez zmiany kierunku. Droga taka przecina wszystkie południki pod tym samym kątem i nazywa się loksodromą, czyli skośnobieżnią. Ortodroma jest więc linią stanowiącą najkrótszą odległość między dwoma punktami na powierzchni Ziemi, zaś loksodroma jest to linia przecinająca wszystkie południki pod tym samym kątem, czyli azymutem geograficznym, a więc zachowująca stały kierunek.

Loksodromami są także: równik, wszystkie równoleżniki i południki. Wszystkie natomiast inne loksodromy, wobec zbieżności południków są liniami spiralnymi, zdążającymi ku biegunowi w coraz mniejszych skrętach lecz nigdy go nie dosięgającymi.

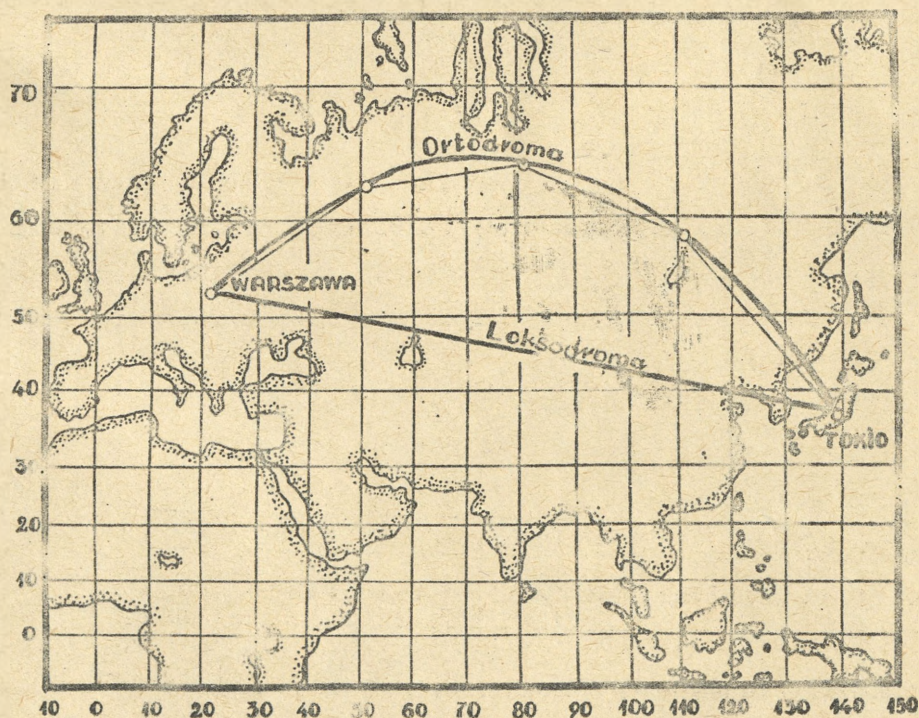
Dokładne obliczenie stałego kąta dla dowolnej loksodromy jest dość kłopotliwe. Zadanie to można jednak łatwo rozwiązać przy pomocy mapy opracowanej na podstawie odwzorowania Merkatora, na której południki odwzorowane są jako linie proste równoległe.



### Ortodroma i Loksodroma

Różnice między ortodromą i loksodromą są na małych odległościach niewielkie i nie ma potrzeby ich uwzględniać. Przy dalekich jednak podróżach morskich i lotniczych trzeba liczyć się z tym, że loksodroma jest dłuższą drogą, a na jej przebycie trzeba więcej czasu i kosztów np. między Europą i Ameryką różnica ta wynosi około 200 km.

W nawigacji okrętów i samolotów transoceanicznych stosuje się kursy loksodromiczne krótsze, zmienia się je tylko w kilku punktach pośrednich i układających się mniej więcej wzdłuż ortodromy.

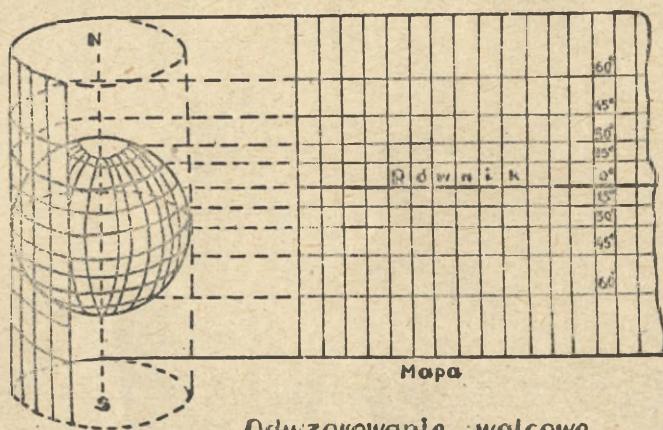


Ortodroma i loksodroma na mapie Merkatora

### Odwzorowanie walcowe, wiernokątne Merkatora

Zasady matematyczne tego odwzorowania podał pierwszy kartograf flamandzki G. Kremer /Merkator/. Ponieważ odwzorowanie jest wiernokątne, więc kąty na mapie będą takie same jak mierzone na powierzchni kuli. W odwzorowaniu tym oś walca pokrywa się z osią Ziemi, a równik odwzorowuje się jako prosta bez zniekształceń.

Wszystkie południki tworzą pęk równoległych, prostych, prostopadłych do równika, natomiast proste obrazujące równoleżniki w miarę oddalania się od równika są coraz bardziej oddalone, tak aby rzut był wiernokątny. Biegun odwzorowuje się w nieskończoność, czyli na mapie w ogóle go nie znajdziemy.



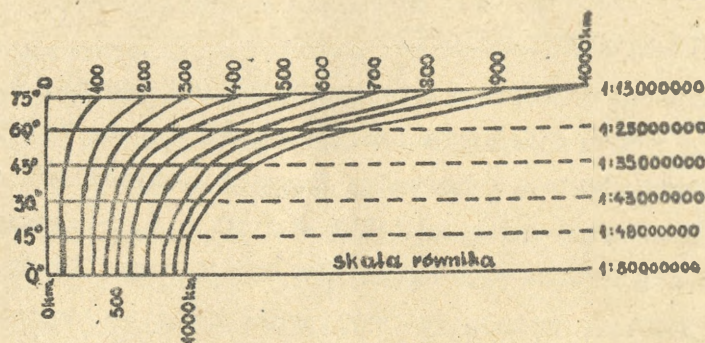
Odwzorowanie walcowe

Konstrukcyjne wykreślenie równoleżników jest trudne, gdyż nie można bezpośrednio ustalić geometrycznej zależności między odstępami równoleżników, a promieniem kuli i szerokością geograficzną. Odległości między równoleżnikami można wyliczyć przy użyciu matematyki wyższej lub specjalnych tabel.

$\varphi$	10°	20°	30°	40°	50°	60°	70°	80°	90°
km.	1111,4	2258,2	3481,0	4838,0	6442,9	8361,8	11027,3	15494,0	$\infty$

Wzrost wzajemnych odstępów równoleżników w siatce Merkatora

Siatka Merkatora nie posiada zniekształceń kątowych, lecz posiada znaczne zniekształcenia długości i powierzchni, które wzrastają ze zwiększeniem się szerokości geograficznej. Rejonów podbiegunowych o szerokości geograficznej większej od  $80^{\circ}$  nie można w tym odwzorowaniu przedstawić:



Podziatka w projekcji Merkatora  
Cyfry na równoleżnikach oznaczają skalę lokalną

Mimo dużych zniekształceń siatkę tę często spotyka się w atlasach, zwłaszcza w tych wypadkach, gdy zależy na wiernym podaniu kątów. Np. na mapach klimatycznych, komunikacyjnych i innych.

Siatek tych używa się również dla przedstawienia stref podzwrotnikowych i wyodrębnienia dowolnych pasów południkowych czy równoleżnikowych, co ułatwia prostolinijna i prostokątna siatka Merkatora.

Najszersze jednak zastosowanie ma odwzorowanie Merkatora przy sporządzaniu map lotniczych i morskich, dzięki temu, że loksodroma odwzorowuje się na nich jako linia prosta, przecinająca wszystkie południki pod tym samym kątem. Wprawdzie na wszystkich rzutach walcowych prosta przecina równoległe południki pod jednakowym kątem, ale kąt ten jest zniekształcony i gdybyśmy punkty przecięcia się tej prostej z południkami przenieśli na globus, a następnie połączyli, to okazałoby się, że krzywa ta nie przecina wówczas południków pod tym samym kątem, a zatem nie jest loksodromą.

Znaczy to, że prosta w rzucie kartograficznym jest loksodromą tylko w odwzorowaniu Merkatora, bo tylko w tym odwzorowaniu południki są równoległe i kąty wierne. Ponadto odwzorowanie Merkatora ma jeszcze inne zalety i do nich zaliczamy to, że:

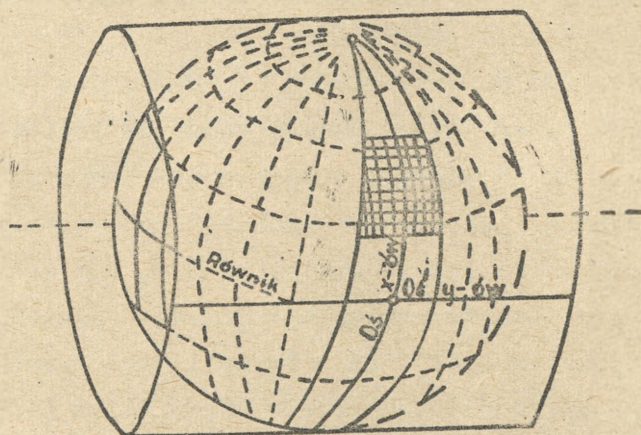
- kurs statku jest jednakowy na mapie i na powierzchni Ziemi;
- ponieważ południki i równoleżniki są liniami prostymi i prostopadłymi do siebie, więc łatwo można określać współrzędne geograficzne dowolnego punktu;
- równik i równoleżniki można przedłużać w obu kierunkach, a więc na mapie powtórzyć można południki i zarysy kontynentów bez potrzeby ich rozrywania.

#### Odwzorowanie Gaussa - Krügera

Rzut walcowy: poprzeczny i wiernokątny zwany rzutem Gaussa, od nazwiska sławnego matematyka i astronoma niemieckiego Karl Gaussa /1777-1855 r./ przystosowany do elipsoidalnego kształtu Ziemi i uzupełniony siatką kilometrową przez astronoma Krügera /1857 - 1923 r./, stosowany jest pod nazwą Odwzorowania Gaussa - Krügera dla map topograficznych w skali 1:10000, 1:25000, 1:50000, 1:100000, 1:200000 przez państwa sygnatariuszy UW.

Odwzorowanie Gaussa-Krügera polega na tym, że oś walca pokrywa się z dowolną średnicą równika, a jego pobocznicą jest styczna do elipsoidy wzdłuż południka, który jako południk styczności jest środkowym południkiem dla odwzorowanego odcinka i odwzorowuje się wiernie co do długości, jako linia prosta.

Równik odwzorowuje się również wiernie jako prosta prostopadła do południka środkowego.



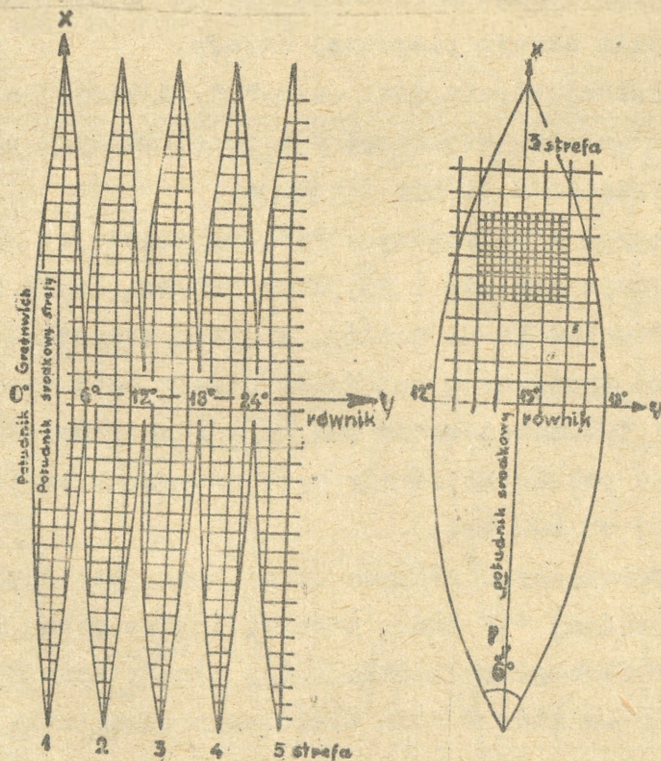
Odwzorowanie pasa południkowego  
na walec poprzeczny

Pozostałe południki odwzorowują się jako linie krzywe, tym dłuższe od środkowego południka im bardziej od niego oddalone. Również jako krzywe odwzorowują się równoleżniki.

Dla zachowania równokątności wydłuża się równoleżniki odpowiednio do wydłużenia południków.

Coraz większe wydłużanie południków i równoleżników w miarę oddalania się od południka środkowego powoduje coraz większe zniekształcenia długości i powierzchni i dlatego większych części powierzchni Ziemi w tym odwzorowaniu przedstawić nie można.

Zniekształcenia przekraczające wymaganą dokładność prac na mapie dla celów wojskowych występują dopiero w odległości ponad  $3^{\circ}$  długości geograficznej od środka południka, zatem najszersza strefa odwzorowania dla map wojskowych może mieć  $6^{\circ}$  długości geograficznej, tj.  $3^{\circ}$  na wschód i  $3^{\circ}$  na zachód od środkowego południka. Przy zastosowaniu tego odwzorowania dla całego państwa dzieli się jego obszar na strefy południowe i każdą strefę odwzorowuje się oddzielnie na walec styczny do południka środkowego strefy.



Położenie stref na płaszczyźnie

Szerokość stref ustala się w zależności od wymaganej dokładności map. W ZSRR i Polsce dla pomiarów geodezyjnych przyjęto strefy 3-stopniowe, a dla wojskowych map topograficznych 6-stopniowe strefy. Zniekształcenia, w stosunku do wiernie odwzorowanego południka środkowego, wynoszą na krańcach strefy 3-stopniowej 17 cm, a na krańcach strefy 6-stopniowej 70 cm na 1 km.

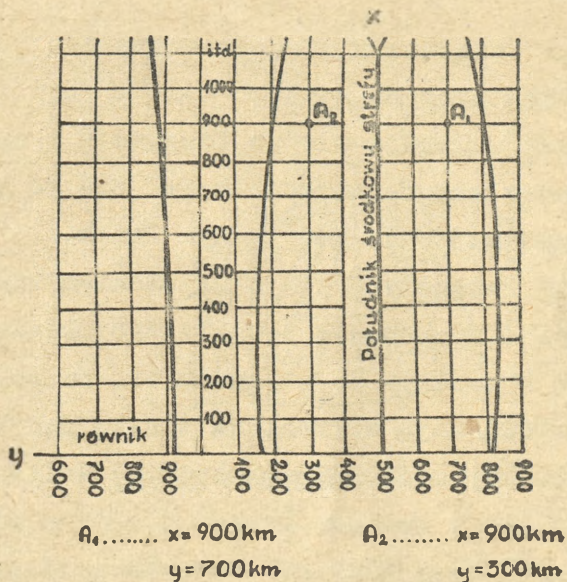
Południk środkowy strefy i równik tworzą dwie osie współrzędnych prostokątnych: pionową "x" i poziomą "y". Do każdej z tych osi wykreśla się szereg linii równoległych, co 1,2, lub 10 km tworząc siatkę kilometrową mapy. Położenie każdego punktu powierzchni Ziemi i na płaszczyźnie mapy może być określone odległościami od równika i od środkowego południka danej strefy w kilometrach i metrach. Wielkości te nazywają się współrzędnymi prostokątnymi punktów w układzie Gaussa - Krügera.

Sześciostopniowych stref jest na kuli 60, każda strefa ma swój układ współrzędnych, przeto w każdej z nich występowałyby te same wartości "y". Dla odróżnienia stref ponumerowano je liczbami porządkowymi poczynając od południka zerowego /Greenwich/. Na naszych mapach Greenwich leży na zachodnim skraju pierwszej strefy.

Południk środkowy każdej strefy jest osią "x". W każdej strefie, zgodnie z matematycznym układem współrzędnych prostokątnych płaskich, występowałyby współrzędne dodatnie i ujemne.

Dla uniknięcia ujemnych współrzędnych "y", wartości jej na środkowym południku przyjmuje się nie 0 km, lecz 500 km, czyli niejako przesuwają się oś "x" o 500 km na zachód, a zatem wszystkie punkty położenia na zachód od środkowego południka strefy będą oznaczone wartością współrzędnej "y" mniejszą od 500 km, a punkty położone na wschód od środkowego południka strefy będą oznaczone wartością współrzędnej "y" większą od 500 km.

Dla odróżnienia współrzędnych różnych stref, przyjęto dopisywać z lewej strony współrzędnej "y" numer strefy, tak że pełna wartość współrzędnej "y" środkowego południka 4-tej strefy wynosi 4500 km, 16-tej strefy -16500 km itd. W celu właściwego określenia punktu na powierzchni Ziemi lub na płaszczyźnie mapy należy podać pełne wartości współrzędnych "x" i "y" w kilometrach i metrach, oraz numer kolejnej strefy.

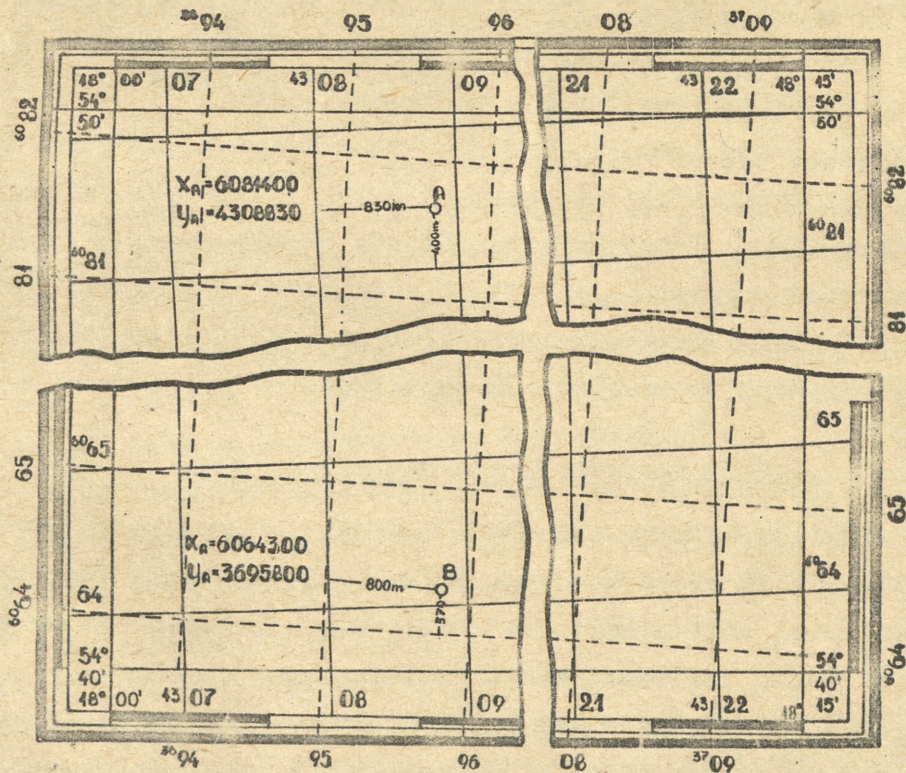


Umowna wartość południka środkowego strefy równa 500km

Np. pełne współrzędne prostokątne punktu A wynoszą:

$x_A = 6081400$  tzn., że punkt leży 6081 km i 400 m na płn. od równika;

$y_A = 4308830$  tzn., że punkt leży 191 km i 170 m na zach. od południka  
środkowego 4-tej strefy.



Współrzędne prostokątne na mapie w skali 1:50000

Jedyną niemal trudnością związaną z tym odwzorowaniem jest określenie współrzędnych prostokątnych na stykach stref, gdyż południki środkowe wszystkich stref zbiegają się na biegunach i wskutek tego siatki kilometrowe arkuszy map na stykach stref nie są przedłużeniem jedna drugiej, lecz przecinają się pod pewnym kątem.

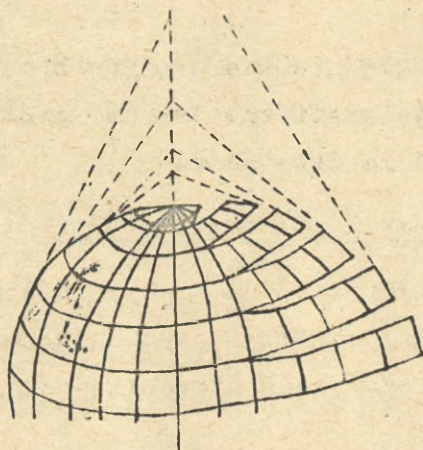
Dla uniknięcia trudności związanych z wykorzystaniem siatek sąsiednich map z różnych stref i zachowania jednolitego układu współrzędnych, mapy przylegające z zachodu do styku stref, na odległość 1 arkusza mapy w skali 1:100000, mają wykreśloną siatkę dodatkową stanowiącą przedłużenie siatki wykreślonej na mapie z sąsiedniej strefy. Dodatkową siatkę nanosi się w postaci kresek z opisem między geograficzną, a zewnętrzną ramką mapy. Gdy np. bateria artylerii znajduje się na jednej, a cel na drugiej strefie i zachodzi konieczność przygotowania danych do prowadzenia ognia, należy liniami prostymi połączyć przeciwległe odcinki dodatkowej siatki i w stosunku do nich określić współrzędne stanowiska ogniowego i celu potrzebne do obliczenia odległości i kątów, pod jakimi działa będą prowadzić ogień. Siatkę kilometrową wprowadził po raz pierwszy w XVIII w. Cassini dla mapy francuskiej w skali 1:86400. W swej początkowej formie była ona "siatką meldunkową" obejmującą pojedynczy arkusz mapy i nie powiązaną ściśle z układem współrzędnych geograficznych.

Zastosowanie odwzorowania i układu współrzędnych, prostokątnych Gaussa - Krügera oddaje nieocenione usługi, szczególnie przy pomiarach dokonywanych przez wojskową służbę topograficzną, gdyż zastosowanie wartości katowych, jakimi są szerokości i długości geograficzne, do obliczeń matematycznych jest niewspółmiernie trudniejsze niż współrzędnych prostokątnych określanych w kilometrach i metrach.

#### Siatki kartograficzne map małych skal

Do map małych skal mogą być użyte niektóre z omawianych siatek, przystosowane do elipsoidalnego kształtu Ziemi, lecz przy zastosowaniu jednolitej siatki kartograficznej dla większych obszarów zawsze istnieje groźba powstania dużych deformacji.

Dla Międzynarodowej Mapy Świata /1:1000000/ zastosowano odwzorowanie wielostozkowe i wielościenne, którego myślą przewodnią jest zachowanie wiernych równoleżników i prostolinijnych południków stosowane do każdego arkusza mapy oddzielnie.



### Siatka wielostozkowa wieloscienna

Otrzymuje się tę siatkę w ten sposób, że dla każdego równoleżnika skrajnego mapy tj. co  $4^{\circ}$  szerokości geograficznej stosuje się inny stożek styczny, który na równiku przechodzi w walec.

Jako proste odwzorowują się wówczas równik i południk środkowy. Bieguny odwzorowują się jako punkty o odległościach od równika równych odległościom na elipsoidzie.

Pojedynczy arkusz mapy pokrywa powierzchnię zawierającą  $4^{\circ}$  szerokości geograficznej i  $6^{\circ}$  długości, całą figurę Ziemi dzieli się więc na 60 pasów poczynając od Greenwich. Każdy arkusz niezależnie od innych zostaje obliczony samodzielnie w stosunku do swego środkowego południka, który nie jest równy łukowi odpowiedniego południka na elipsoidzie, lecz krótszy o pewną nieznaczną wielkość, południkami zaś wiernymi są dwa południki oddalone o  $2^{\circ}$  na wschód i zachód od południka środkowego. Obliczenie tej siatki jest dość skomplikowane, ale opublikowanie bardzo szczegółowych tablic /Londyn 1909 r./ z długościami łuków południków i współrzędnymi prostokątnymi arkuszy, trudności te usunęło w dużej mierze.

Przy składaniu łącznie czterech arkuszy zaznacza się luka wskutek wielościenności odwzorowania. Luka ta wynosi w naszych szerokościach około 16 minut, co wyraża się liniowo wielkością około 2 km, a w skali mapy około 2 mm. Odwzorowań powierzchni Ziemi na płaszczyźnie jest bardzo dużo.

Uczni tworzą coraz to nowe siatki w poszukiwaniu możliwie najlepszych rozwiązań dla graficznego przedstawienia Ziemi. Nie ma siatek uniwersalnych, wolnych od wszystkich zniekształceń, są tylko siatki częściej lub rzadziej stosowane.

Przy doborze siatki uwzględnia się w pierwszym rzędzie prostotę ich wykonania i położenie geograficzne terenu, jaki ma być odwzorowany, oraz cel jakiemu służyć ma dana mapa.

### Osnowa matematyczna i geodezyjna

Wyprodukowanie współczesnej mapy topograficznej jest procesem długim i nadzwyczaj skomplikowanym, wymagającym udziału wielu dyscyplin naukowych i współpracy wielu specjalistów: geografów, geodetów, topografów, kartografów.

Prace związane z otrzymaniem mapy danego terenu rozpoczynają się od opracowania podstawy pomiarowej wykonywanej przez geodetów.

Geodezja /z grec. - ge-ziemia, daidze - dzielę/ jest nauką zajmującą się określaniem kształtu i rozmiarów całej bryły ziemskiej lub jej części oraz graficznym przedstawieniem jej powierzchni /całej lub też tylko części/ na płaszczyźnie. W związku z tymi zadaniami, opracowuje ona metody pomiaru, obliczeń i odwzorowania, które służą do wyznaczenia przestrzennych zależności punktów położonych na powierzchni Ziemi.

W tej pracy geodezja wymaga pomiarów astronomicznych tj. oznaczenia długości i szerokości geograficznej oraz azymutów szeregu punktów zasadniczych /podstawowych/, od których rozpoczyna się pomiary i na których kończy się je, aby w ten sposób uzyskać dokładne sprawdzenie wyników.

Geodezja zajmuje się również wyznaczeniem trzeciej współrzędnej, a mianowicie wysokości ponad przyjęty poziom odniesienia.

Wszystkie pomiary /na Ziemi/ geodezyjne opierają się na pomiarze układu trójkątów, tworzących "sieć triangulacyjną". Zasadniczym zadaniem triangulacji jest wyznaczenie związku między punktami stałymi /najdokładniej wyznaczonymi punktami pomiarowymi/, rozłożonymi na pewnym obszarze /najczęściej całego państwa/ za pomocą pomiarów kątów dokonanych z taką dokładnością, aby mogły służyć za podstawę do wszelkich pomiarów i zdjęć. Punkty te powiązane między sobą w sieć triangulacyjną pokrywającą zazwyczaj cały obszar jednolitym układem trójkątów nazywać będziemy w przyszłości "osnową geodezyjną".

Wykonanie pomiarów całego państwa lub większych obszarów w celu sporządzenia jednolitych i dokładnych map jest możliwe tylko w oparciu o odpowiednią osnowę geodezyjną czyli zespół podstawowych punktów try-

gonometrycznych sieci triangulacyjnej, poligonowej oraz nivelacyjnej, zastabilizowanych w terenie i określonych metodami astronomicznymi lub geodezyjnymi w jednolitym układzie współrzędnych. Punkty sieci triangulacyjnej spełniają swoje zadania tylko wtedy, gdy będą trwale zaznaczone w terenie i zabezpieczone przed zniszczeniem. Dlatego utrwała się je specjalnymi kamieniami na i pod powierzchnią Ziemi. W zależności od metody pomiaru, punkty osnowy geodezyjnej można podzielić na: astronomiczne, triangulacyjne, poligonowe, nivelacyjne i fotogrametryczne.

Wyznaczenie położenia punktu z obserwacji astronomicznej nie jest specjalnie trudne, nie wymaga budowy specjalnych wież /jak w triangulacji geodezyjnej/ i nie jest zależne od innych punktów. Jednak szerzej nie stosuje się metod astronomicznych dlatego, że małe błędy katowe w wyznaczeniu szerokości i długości geograficznej powodują duże błędy liniowe /np. błąd katowy 0,5 sekundy daje około 16 m błędu liniowego na powierzchni Ziemi, gdy natomiast błąd 0,5 sekundy w pomiarach triangulacyjnych na powierzchni Ziemi, przy długości boku 40 km daje zaledwie około 15 cm błędu liniowego/.

Pomiary astronomiczne stosuje się tylko w połączeniu z metodami geodezyjnymi przy:

- wyznaczaniu współrzędnych astronomicznych i azymutu punktu wyjściowego i punktów głównych triangulacji państwowej;
- wyznaczeniu azymutów geograficznych, niektórych boków sieci triangulacyjnej, dla jej ściślejszego zorientowania i wyrównania.

Pomiary astronomiczne stosuje się także w działaniach bojowych dla wyznaczania położenia punktów w terenie o bardzo małej ilości przedmiotów terenowych np. w pustyni, tajgach lub stepie, a także podczas wypraw naukowych do okolic nieznanych.

Geodezja jako nauka dzieli się na geodezję "wyższą" i "niższą". Geodezja wyższa zajmuje się pomiarami uwzględniającymi kulistość Ziemi i dającymi osnowę i oparcie dla geodezji niższej w postaci sieci punktów geodezyjnych rozmieszczonych na powierzchni Ziemi, których wzajemne położenie zostaje określone współrzędnymi geograficznymi i prostokątnymi płaskimi przyjętego układu. Uzupełnieniem geodezji wyższej jest astronomia praktyczna umożliwiająca wyznaczenie z obserwacji i pomiarów astronomicznych /na planety lub gwiazdy/

współrzędnych geograficznych punktów wyjściowych sieci geodezyjnej, azymutów geograficznych i określenie dokładnego czasu astronomicznego /poprawki zegara/.

Geodezja niższa obejmuje pomiary mniejszych obszarów przyjmując je za płaskie, w oparciu o sieć punktów podstawowych, określonych przez geodezję wyższą. Uzupełnieniem geodezji niższej jest fotogrametria umożliwiającą zastąpienie bezpośrednich pomiarów terenowych metodą pośrednich pomiarów dokonywanych na zdjęciach fotograficznych /lotniczych lub naziemnych/. Pomiary odpowiadające geodezji niższej i mające na celu wykonanie zdjęcia terenu dla sporządzenia mapy, obejmuje nauka topografii. Współczesna topografia korzysta również ze zdjęć lotniczych jako podstawy do sporządzenia map o dużych skalach. Wykonywaniem zdjęć lotniczych oraz ich opracowaniem w celu sporządzenia lub poprawienia czyli unaczęśnienia map, zajmuje się fotogrametria.

Podaniem zasad i sposobów sporządzenia map jako wyniku pomiarów i zdjęć terenowych zajmuje się kartografia.

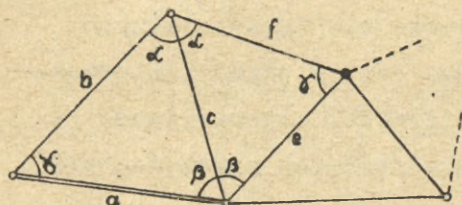
Kartografia dzieli się na kartografię matematyczną i kartografię praktyczną.

Kartografia matematyczna zajmuje się opracowaniem matematycznym konstrukcji siatki kartograficznej na poszczególne arkusze map tj. opracowuje rysunek układu południków i równoleżników geograficznych oraz siatkę kilometrową, zaś wypełnieniem poszczególnych oczek, tj. rysunkiem pokrycia i rzeźby terenu oraz reprodukcją /rozmnazaniem/ map zajmuje się kartografia praktyczna.

TRIANGULACJA. Z geometrii pamiętamy, że najprostszą figurą geometryczną jest trójkąt. Wszystkie związki miarowe w trójkącie są najprostsze, a zatem i prace obliczeniowe przy określaniu jednych elementów trójkąta z innych znanych nam, są najprostsze. Dlatego też trójkąt został obrany jako pośrednik w kolejnym obliczaniu punktów osnowy geodezyjnej i dlatego metoda ta nazywa się triangulacją, od łacińskiej nazwy trójkąta "triangulum".

Szereg trójkątów o wyznaczonych na powierzchni Ziemi wierzchołkach i powiązanych wspólnymi bokami tworzy sieć triangulacyjną. Istotą triangulacji jest więc ścisłe wyliczenie i ustalenie wzajemnego położenia punktów stałych dla rozwiązywania trójkątów, których wierzchołkami są te punkty. Zasadnicza myśl triangulacji opiera się na rozumowaniu: jeżeli w trójkącie mamy pomierzony bok "a" oraz kąty: alfa,

beta, gamma, to możemy obliczyć pozostałe boki według wzorów:



$$b = \frac{a}{\sin \alpha} \cdot \sin \beta ; c = \frac{a}{\sin \alpha} \cdot \sin \gamma$$

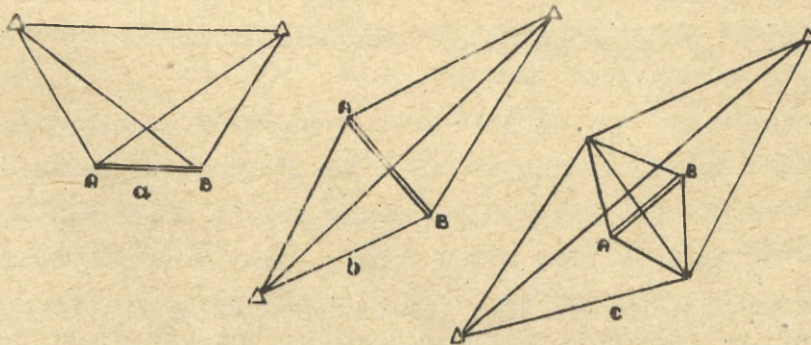
W następnym trójkącie mając bok "c" oraz kąty: alfa, beta, gamma, obliczyć można boki "e" i "f" a z boku "e" wylicza się boki następujących trójkątów itd.

Jeżeli mamy azymut boku wyjściowego i pomierzone kąty to możemy wyliczyć azymuty pozostałych boków, a mając azymuty i długości boków oraz współrzędne punktu wyjściowego, możemy obliczyć współrzędne prostokątne innych punktów stanowiących wierzchołki trójkątów.

Ze współrzędnych prostokątnych można przejść na współrzędne geograficzne.

Ponieważ suma kątów w trójkącie równa się  $180^\circ$  więc teoretycznie wystarczyłoby zmierzyć tylko jeden, wyjściowy bok triangulacji i po dwa kąty w każdym trójkącie, jednak w praktyce dla wyeliminowania błędów, mierzy się nie jeden bok lecz kilka boków w odległościach około 200 km i nie dwa kąty lecz wszystkie kąty w każdym trójkącie.

Pomiar boku trójkąta o długości do kilkudziesięciu km byłby uciążliwy, gdyby mierzyć go bezpośrednio w terenie i dlatego bezpośrednio w terenie mierzy się tylko tzw. bazę tj. odcinek specjalnie wybrany w terenie o długości 5-12 km związany siecią trójkątów /zwaną siecią bazową/ z bokiem trójkąta triangulacyjnego oraz mierzy się kąty w sieci bazowej. Sieci bazowe mogą być różne, oto trzy z nich:



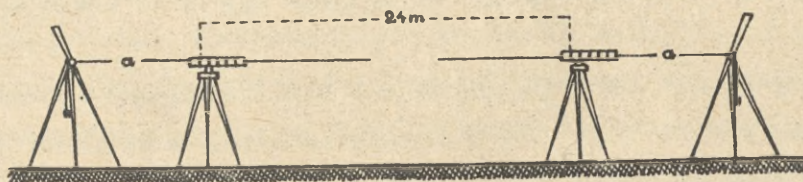
Sieci bazowe

a/sieć trapezowa

b/czworobok rombowy pojedynczy

c/ czworobok rombowy podwójny

Do pomiaru bazy używa się drutów inwarowych /specjalny stop metali/ niewrażliwych na zmiany temperatury /inwar od invariabilis - niezmienny/ długości 24 m. Końce drutów zawieszają się na specjalnych bloczkach wmontowanych na podpórkach i naciągają się je przez zawieszenie na obu końcach dziesięciokilogramowych ciężarów, mierząc jednocześnie temperaturę powietrza w czasie pomiaru /później wprowadza się poprawkę długości w związku z różnicą temperatury w stosunku do standardowej/. Pomiar długości wykonuje się kilkakrotnie kilkoma kompletami drutów; osiągając dokładność rzędu 1:1 000 000 tj. 1 mm na 1 km.

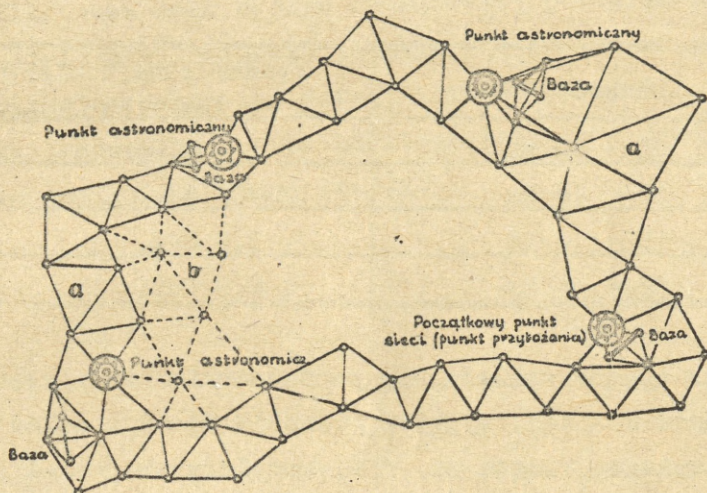


Pomiar bazy drutami inwarowymi

Pomiary kątów sieci triangulacyjnej przeprowadza się specjalnymi precyzyjnymi teodolitami. Wyniki pomiarów kątowych na skutek błędów instrumentu, obserwatora, wibracji powietrza, załamania się promieni świetlnych wykazują zawsze odchylenia od wielkości prawdziwych, dlatego też nie mogą być od razu wprowadzone do obliczenia długości boków i współrzędnych, a muszą być uprzednio wyrównane oraz muszą spełniać pewne warunki geometryczne, które dają podstawę do obliczenia poprawek czyli do wyrównania sieci.

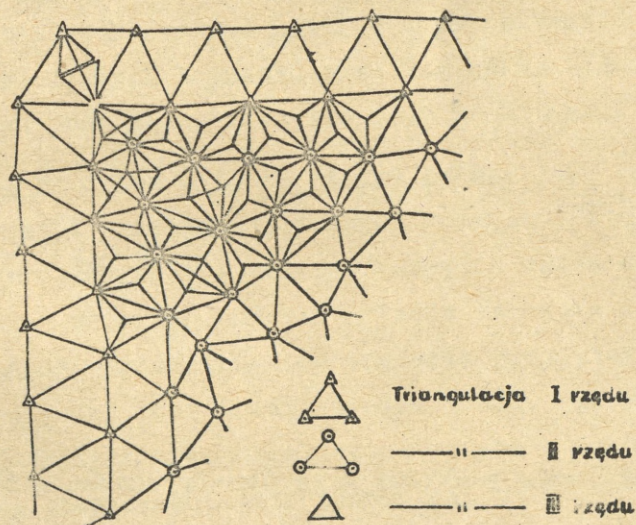
Wyrównanie sieci, zależnie od jej wielkości i rzędu wymaga ułożenia i rozwiązania od kilkudziesięciu do kilkuset równań, z taką lub większą ilością niewiadomych i dlatego zagadnieniem tym zajmuje się specjalny dział geodezji zwany rachunkiem wyrównania opracowany przez matematyka niemieckiego Gaussa.

Główną osnową geodezyjną jest tzw. wieńcowa i wypełniająca sieć I rzędu o bokach trójkątów 20-50 km. Dokładność pomiarów bazy sieci I rzędu 1:1 000 000, kątów 0,5 sekundy /czyli 1/648 000 kąta prostego, co na 30 km daje plus minus 7 cm/, określenie położenia punktów z dokładnością 1:100 000 tj. 1 cm na 1 km. Punkty wybiera się tak, aby wzajemnie były widoczne i tworzyły trójkąty zbliżone do równobocznych.



Sieć triangulacyjna a/ wieńcowa b/ wypełniająca

Ze względu na odległość punktów sieć I-go rzędu nie może być podstawą szczegółowych pomiarów i zdjęć terenu, dlatego w oparciu o nią zakłada się sieci zagęszczające rzędów niższych.



Schemat rozmieszczenia triangulacji I-III rzędu /1954 r./.

Długość boków i dokładność pomiarów kątowych w sieciach poszczególnych rzędów ilustruje tabelka:

Rząd sieci	Długość boków	Średni błąd pomiarów kątowych
I	20 - 50 km	0.5 - 1.0 sek.
II	10 - 16 km	1.5 sek.
III	5 - 10 km	3.0 sek.
IV	2 - 4 km	6.0 sek.

Sieci niższych rzędów zakłada się po założeniu sieci rzędu wyższego i w nawiązaniu do niej. Wyjątek stanowią sieci lokalne zakładane przy braku sieci wyższego rzędu np. sieć artyleryjska, sieć pomiarów miasta itp.

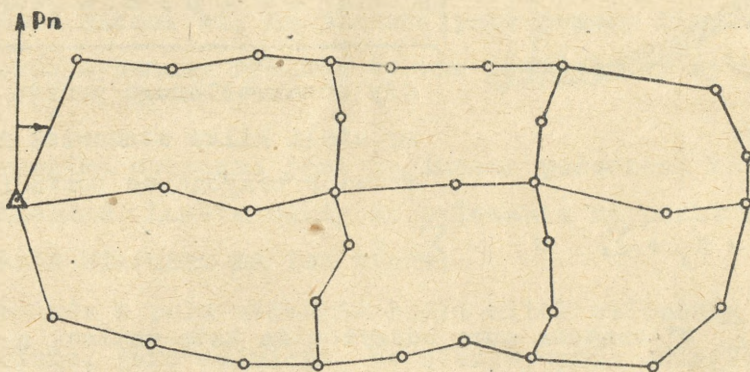
Poligonizacja. Punkty sieci triangulacyjnej odległe od siebie o 2-4 km są jeszcze zbyt dalekie, aby mogły służyć za podstawę do pomiarów szczegółowych. Narzuca się więc konieczność założenia szeregu punktów jeszcze bliższych. Szereg takich punktów rozmieszczonych 100-200 m jeden od drugiego pomiędzy dwoma punktami trygonometrycznymi nazywa się ciągiem poligonowym. Staramy się go zacząć i zakończyć na punkcie triangulacyjnym /gdy będzie oparty tylko o jeden punkt triangulacyjny będzie wtedy t.zw. ciągiem wiszącym/.



Ciąg poligonowy między dwoma punktami trygonometrycznymi A i B.

W ciągu poligonowym mierzy się długość wszystkich boków przy pomocy taśmy stalowej lub łatami mierniczymi, a wszystkie kąty wierzchołkowe jednostronne przy pomocy teodolitu /lewostronne lub prawostronne/.

Na obszarach niewielkich, gdzie nie ma sieci triangulacyjnej, sama sieć poligonowa może służyć za podstawę pomiarów szczegółowych. Zakłada się ją wówczas w kształcie zamkniętego wieloboku /wielobok po łacinie - poligonum stąd nazwa tej metody/ i usztywnia kilkoma ciągami w środku obszaru. Zorientowanie takiej sieci poligonowej wg stron świata wykonuje się przy pomocy dokładnej busoli.

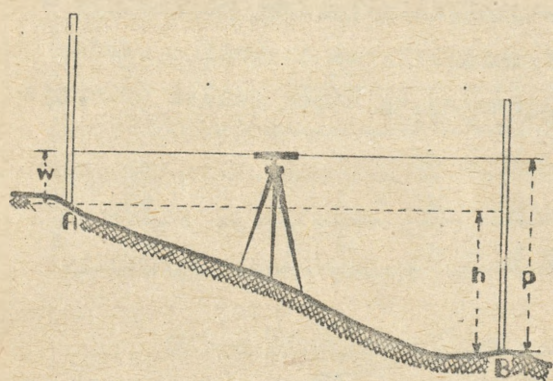


Sieć poligonowa

Poligonizację stosuje się zamiast triangulacji niższych rzędów, szczególnie w miastach /wzdłuż ulic/, w wysokopiennych lasach /wzdłuż przesiek/, w trudno dostępnych bagnach, więc tam, gdzie budowa wysokich wież triangulacyjnych jest niemożliwa lub zbyt kosztowna.

Niwelacja. Podstawą zdjęcia rzeźby terenu jest sieć punktów wysokościowych niwelacji państwowej, zwanych reperami, stabilizowanych w terenie w formie metalowych bolców, osadzonych w skałach, skupach betonowych lub fundamentach trwałych budowli /stacje kolejowe itd./. Wysokość punktów niwelacyjnych określa się pod względem przyjętego poziomu odniesienia, którym zazwyczaj jest średni poziom morza. Np. mapy polskie wydane do r. 1948 posiadały sieć niwelacyjną opartą o średni poziom morza w AMSTERDAMIE, dla sporządzenia zaś nowych map polskich przyjęto średni poziom morza obliczony w twierdzy KRONSTADT.

Istota niwelacji geometrycznej polega na ścisłym doprowadzeniu do poziomu osi celowej instrumentu zwanego niwelatorem, ustawionego między łożami niwelacyjnymi i na odczytaniu położenia osi celowej na podziałkach łoż.



Zasada niwelacji

Oznaczając przez "H<sub>A</sub>" i "H<sub>B</sub>" wysokości stanowisk łań ustawionych w punktach A i B, a literami "W" i "p" odczyty na łańkach, otrzymany następujący wzór na określenie "H<sub>B</sub>" przy znanym "H<sub>A</sub>".

$$H_B = H_A + W - p = H_A + \sum W - \sum p$$

Gdy do określonego punktu "N" będziemy mieli kilka stanowisk instrumentu, to wzór przybierze postać:

$$H_B = H_A + \sum W - \sum P$$

We wzorze typ "  $\sum W$ " oznacza sumę odczytów na łańkę wstecz, a "  $\sum P$ " sumę odczytów na łańkę w przód. Trasę niwelowanych punktów nazywamy ciągiem niwelacyjnym. Odróżniamy niwelację precyzyjną, gdy wysokości punktów określa się z dokładnością 1 mm na 1 km, oraz niwelację techniczną o dokładności 1 cm na 1 km.

W wyniku niwelacji precyzyjnej otrzymujemy ciągi głównej niwelacji państwowej I i II-go rzędu, przebiegające głównymi szlakami komunikacyjnymi.

Na połączeniu ciągów głównych I-go rzędu znajdują się t.zw. punkty węzłowe w odległościach do 150 km.

Ciągi I rzędu między węzłami tworzą obwody, zagęszczone następnie ciągami II rzędu z punktami węzłowymi odległymi do 30 km. Repery ciągów I rzędu stabilizuje się w odległościach 10-20 km, zaś repery ciągów II rzędu - w odległościach 2-3 km.

Jako instrumentu do niwelacji precyzyjnej używa się niwelatorów o dużym 30-45-krotnym powiększeniu lunety i o czułych libelkach, w których przesunięcie łącherzyka powietrza o 1 mm odpowiada kątowi nachylenia osi celowej o około 10", oraz łań niwelacyjnych inwarowych.

Do niwelacji technicznej używa się kilkakrotnie mniej dokładnych niwelatorów oraz łań drewnianych.

Dla określenia wysokości niektórych punktów w sieci niwelacyjnej np. trygonometrów, stosuje się trygonometryczne metody pomiarów wysokości.

### Zdjęcie stolikowe

Najstarszą, klasyczną metodą zdjęcia terenu dla sporządzenia mapy jest zdjęcie stolikowe.

Zdjęcie stolikowe polega na zrysowaniu bezpośrednio w terenie pokrycia tj. przedmiotów naturalnych i sztucznych oraz rzeźby terenu.

Rysunek wykonuje się na planszy tj. blasze oklejonej papierem i przytwierdzonej do deski stolika topograficznego. Obiekty i punkty wysokościowe nanosi się na planszę przy pomocy kierownicy optycznej. W ten sposób wykonany rysunek terenu jest planem sytuacyjno-warstwowym.

Kierownica optyczna jest to luneta połączona kolumnką z równoległym linealkiem. Luneta służy do celowania na punkt w terenie, a linealek do rysowania kierunku na ten punkt.

Luneta posiada w polu widzenia krzyż nitek celowania i ponadto dwie nitki poziome, jako dalmierz, do odczytywania odległości na łacie ustawionej pionowo przy nanoszonym punkcie.

Poszczególne punkty nanosi się tzw. promieniowaniem, wykreślając kierunek na dany punkt za pomocą linealka, a następnie odkładając na tym kierunku odległość, określoną dalmierzem i zredukowaną do skali zdjęcia.

Przy lunecie umieszczone jest również koło pionowe z podziałką, które umożliwia pomiar kątów pionowych, a następnie odnalezienie różnicy wysokości między stanowiskiem stolika i punktem ustawienia łaty.

W ten sposób topograf określa wysokości poszczególnych punktów, które następnie wykorzystuje do wykreślenia szkicu warstwowego.

Oparciem dla zdjęcia stolikowego są punkty triangulacji IV rzędu lub punkty poligonowe. Zazwyczaj jest ich niewystarczająca ilość, gdyż zasięg optyczny dalmierza wynosi 250-300 m. Dlatego topograf musi zagęścić sieć metodą graficznych /stolikowych/ wcięć w przód lub wstecz.

Do czasu zastosowania fotogrametrii metoda zdjęć stolikowych była powszechnie stosowana. Obecnie stosuje się również zdjęcia stolikowe, ale raczej w połączeniu z nowoczesnymi metodami fotogrametrycznymi.

### Fotogrametryczne metody opracowania map

Ekonomia czasu i kosztu spowodowała konieczność stopniowej zmiany bezpośrednich pomiarów w terenie pomiarami dokonanymi na zdjęciach fotograficznych terenu, wykonywanych z samolotów /zdjęciach lotniczych/ bądź z wysokich stanowisk na powierzchni ziemi.

W ostatnich latach fotogrametria osiągnęła tak wysoki poziom, że w produkcji współczesnych map topograficznych tylko w nielicznych przypadkach stosuje się klasyczną metodę topograficznego zdjęcia stolikowego, a z zasady stosuje się fotogrametryczne metody opracowania map, uzupełnione pomiarami bezpośrednimi.

Stosuje się obecnie trzy metody sporządzania map na podstawie zdjęć lotniczych: kombinowaną, zróżnicowaną i uniwersalną. Metoda kombinowana polega na tym, że oryginał połowy mapy zamiast na czystej planszy wykonuje się na fotopłanie. Praca topografa w terenie sprowadza się tu do zagęszczenia podstawy geodezyjnej w granicach sporządzonego arkusza mapy, uczytelnienia tj. klasyfikowania w terenie poszczególnych obiektów terenowych istniejących co prawda na fotopłanie, ale w wyglądzie naturalnym widzianym z góry, oraz nadania tym obiektom właściwych znaków topograficznych, a następnie wykreślenia oryginału połowego, przy czym rzeźbę terenu wykreśla się metodą klasyczną przez określenie wysokości bezwzględnych licznych punktów i interpolację warstwic. Metoda ta znacznie skraca czas potrzebny na opracowanie oryginału połowego mapy i gwarantuje maksymalną dokładność. Czas wykonania 1 arkusza mapy w skali 1:20000 przez topografa około 5-6 miesięcy.

Metoda zróżnicowana polega na tym, że zarówno sytuację topograficzną jak i rzeźbę terenu wykreśla się kameralnie w oparciu o szereg /co najmniej 6 na każde zdjęcie/ fotopunktów o znanych współrzędnych przestrzennych  $/X, Y, Z/$ . Współrzędne płaskie  $/X, Y/$  uzyskuje się drogą fototriangulacji, natomiast wysokości punktów  $/Z/$  wyznaczane są na podstawie pomiarów terenowych.

Sytuację topograficzną i rzeźbę terenu wykreśla się znakami topograficznymi i warstwicami na zdjęciach lotniczych przy pomocy przyrządów zwanych stereografami dającymi możliwość plastycznego widzenia terenu i wykreślenia szkicu warstwicowego rzeźby terenu. Z opracowanych w ten sposób zdjęć sporządza się małaobrazkowe diapozyty /przezrocza/, a dopiero z nich pierworys mapy, przenosząc treść każdego zdjęcia za pomocą projektora, na arkusz papieru z naniesioną ramką, punktami geodezyjnymi i fotopunktami. Pierworys ten musi być jeszcze sprawdzony z sytuacją odczytaną na zdjęciach oryginalnych i uzupełniony ewentualnie niektórymi szczegółami, które zostały pominięte przy sporządzaniu przezrocza oraz opisany.

Metodę zróżnicowaną charakteryzuje daleko posunięte zróżnicowanie procesu produkcyjnego na poszczególne części składowe, dzięki czemu istnieje łatwość powierzania poszczególnych etapów opracowania różnym zespołom w różnym czasie, co ma duże znaczenie przy organizowaniu produkcji.

Dokładność mapy opracowanej metodą zróżnicowaną jest nieco mniejsza niż przy metodzie klasycznej lub kombinowanej ze względu na deformację papieru i klisz w toku fotochemicznej obróbki oraz przetwarzanie kolejnych zdjęć, natomiast czas sporządzenia mapy jest krótszy, a prace polowe sprowadzają się do oznaczenia fotopunktów i uczytelnienia zdjęć.

Metoda uniwersalna lub autogrametryczna daje najbardziej pełne opracowanie map topograficznych i polega ona na bezpośrednim wykreślaniu sytuacji i rzeźby terenu na podstawie stereoskopowych zdjęć lotniczych przy pomocy skomplikowanych przyrządów zwanych autografami. Metoda ta może być stosowana niezależnie od ukształtowania powierzchni terenu pod względem wysokościowym.

Przewyższa ona pod względem dokładności metodę zróżnicowaną, a z czasem przewyższy i kombinowaną, o ile zostaną zachowane wszystkie niezbędne do tego warunki, dotyczące jakości zdjęć pod względem fotograficznym i geometrycznym, identyfikacji i rozmieszczenia fotopunktów, dokładności wyznaczania współrzędnych fotopunktów i inne. Metoda ta wymaga jednak użycia instrumentów o wysokiej dokładności, które są stosunkowo drogie, co w dużym stopniu podnosi koszty opracowania mapy. Autograf składa się z dwóch głównych sprzężonych z sobą członów, z których jeden umożliwia przestrzenne widzenie zdjęć i określanie położenia warstw i szczegółów sytuacyjnych, zaś drugi zbudowany na zasadzie koordynatografu i pantografu umożliwia automatyczne kreślenie znaków topograficznych i warstw z dokładnością 0,1 mm.

Autografy obsługiwane przez jednego fotogrametrę pozwalają wykreślić arkusz mapy w czasie 2 i więcej razy krótszym niż przy zastosowaniu innych metod. Szczególne usługi oddają one wówczas, gdy istnieje konieczność wykreślenia map terenów obcych, trudno dostępnych itp.

#### Kartograficzne opracowanie mapy

Z punktu widzenia wymagań stawianych współczesnym mapom topograficznym, zagadnienie doprowadzenia pierwowysu mapy do formy w jakiej otrzymuje ją użytkownik, nabiera specjalnego znaczenia.

Oryginał polowy mapy, zanim zostanie przekazany do powielania na maszynie drukarskiej musi przejść przez kolejne fazy opracowania redakcyjnego.

Najważniejsze z nich to: korekta, generalizacja i graficzne ujęcie.

Korektę mapy, czyli wyeliminowanie wszystkich istniejących błędów, przeprowadza na oryginale polowym wykonanym przez topografa i czyścystorysie wykonanym przez kreślarza kilku korektorów, którzy kolejno kontrolują dokładność naniesienia obiektów wg posiadanych współrzędnych, formę graficzną poszczególnych znaków topograficznych, logiczne ujęcie obiektów i znaków itp. Oryginały map sporządza się zazwyczaj w skali 1:20000, a następnie zmniejsza się fotograficznie do skali 1:25000 celem "wyostrzenia" rysunku mapy tzn. wyeliminowania drobnych usterek kreślarskich.

Arkusz mapy 1:50000 powstaje przez połączenie czterech map skali 1:25000 i fotograficzne zmniejszenie ich do skali 1:50000. Kolejne fotograficzne zmniejszenie arkuszy map powoduje zagęszczenie szczegółów, a co za tym idzie przekładowanie i nieczytelność map. Przechodzenie od map w skalach dużych do map w skalach mniejszych stwarza konieczność opuszczenia po drodze wszystkich mniej ważnych szczegółów, nieistotnych przy rozpatrywaniu dużych obszarów terenu.

Uogólnienie drobnych z podkreśleniem ważnych obiektów dla danej mapy nazywa się generalizacją mapy.

Zła generalizacja mapy może doprowadzić do przekładowania i zaciemnienia obszaru, utrudnienia czytelności, a także zmusza do zmniejszenia znaków topograficznych.

Przejrzystość i czytelność mapy /najważniejszy warunek/ osiąga się przez maksymalne graficzne skondensowanie bogatej treści przy minimum znaków.

Zmniejszając skalę mapy zmniejszamy jej wymiary powierzchniowe w stosunku kwadratowym do wymiarów liniowych, tak więc dany wycinek terenu w skali 1:50000 w stosunku do skali 1:10000 będzie 25 razy mniejszy. Zmniejszając fotograficznie mapę np. 1:25000 kolejno na 1:50000, 1:100000, 1:200000 itd. widzimy, że w miarę zmniejszania rośnie delikatność rysunku, zwiększa się optycznie zagęszczenie mapy i jej przekładowanie treścią.

Aby więc mapa w określonym formacie przy odpowiednim zmniejszeniu skali pozostała czytelna, treść jej musi ulec redukcji w stosunku zbliżonym do kwadratu zmniejszenia skali /generalizacja ilościowa/. Wynika z tego konieczność całkowitego przeredagowania mapy pod kątem uproszczenia i uogólnienia rysunku, opuszczenia drobnych, nieznaczących elementów, ale przy zachowaniu, a w niektórych wypadkach nawet spotęgowaniu charakterystycznych cech przedstawianego wycinka powierzchni Ziemi /generalizacja jakościowa/. Generalizację można więc porównać ze streszczeniem wielkiego dzieła, gdzie pomija się szczegóły mało istotne i drugorzędne, a treść zasadniczą wysuwa się na pierwszy plan. Generalizacja jest więc procesem naukowym stanowiącym jeden z poważniejszych elementów kartografii jako nauki.

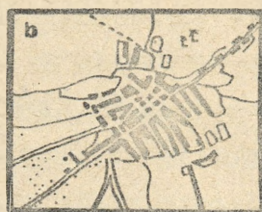
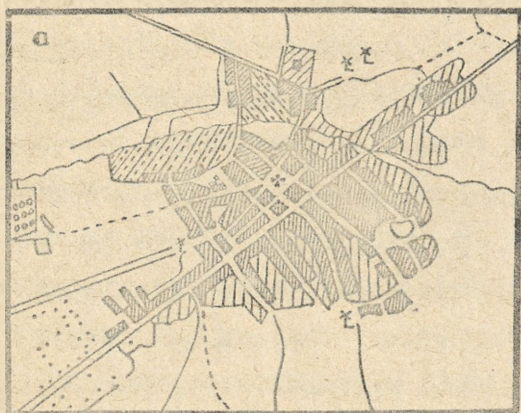
Pierwszym zadaniem przy generalizacji jest ustalenie celu mającej powstać mapy, a co za tym idzie: zakresu jej treści. Pozwoli to na dobór odpowiednich elementów, a pominięcie innych oraz na określenie wielkości znaków mających się znaleźć na zmniejszonej mapie. Dla map topograficznych ustalają to w dużej mierze odpowiednie instrukcje i klucze znaków topograficznych do poszczególnych skal. Z kolei ustala się sposób techniki graficznej, gdyż np. mapa wykonana w kolorach może przeważnie pomieścić znacznie więcej treści niż jednobarwna.

Zasady generalizacji można ustalić tylko nader ogólnie, rozważając kolejno poszczególne elementy mapy - powierzchniowe, liniowe i punktowe.

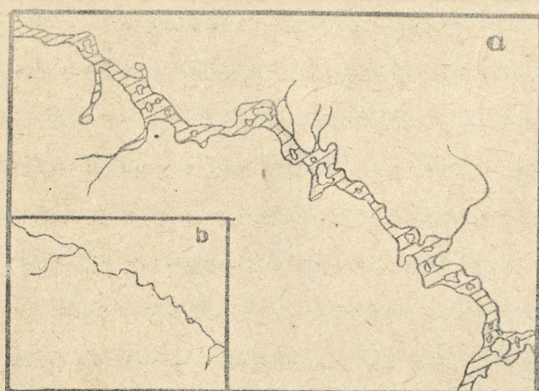
Elementy powierzchniowe na mapie generalizuje się uznając zasadę wiernej powierzchni i podobieństwa obrazu w zmniejszonej skali. Tak np. w generalizacji miast, przy niedużym stopniu zmniejszenia, stosujemy uproszczenie zarysu zewnętrznego konturu oraz opuszczamy mniej ważne ulice i łączymy po kilka bloków w jeden. Przy dalszym zmniejszeniu skali usuwamy wszystkie drugorzędne ulice i łączymy całe dzielnice, przy jeszcze dalszym oznaczamy całą miejscowość w formie schematycznego konturu lub kółka.

Te same zasady obowiązują przy generalizacji innych elementów powierzchniowych tj. lasów, jezior itp.

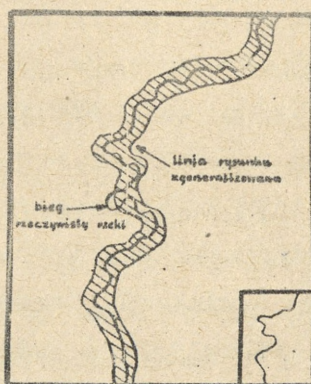
Przy elementach liniowych mapy najważniejszy jest warunek zgodności kątowej, tzn. wszystkie linie muszą przecinać się pod tymi samymi kątami, co i na mapie generalizowanej. Przy nanoszeniu rzek i linii brzegowej mórz opuszczamy stopniowo drobne zakręty konturów i koryta rzeki, niewielkie dopływy, małe wysepki, potem większe zakręty, wyspy itd.



Generalizacja miasta a) 1:25000 b) 1:50000 c) 1:400000



Generalizacja biegu rzeki nizinnej  
a) w skali 1:40000 b) w skali 1:25000



Generalizacja biegu rzeki  
Na małej mapie zgeneralizowaną  
rzeka w skali czterokrotnie mniejszej

Generalizując drogi usuwamy drobne zakręty i wyprostowujemy je. O zachowaniu dróg na mapie zgeneralizowanej decyduje ich znaczenie komunikacyjne i stan nawierzchni.

Generalizacja elementów punktowych nasuwa zasadniczą trudność w doborze punktów, które należy pozostawić. Dotyczy to zarówno poszczególnych obiektów, jak i osadnictwa rozproszonego. Łatwo udowodnić, że generalizacja zależy w tym wypadku nie tylko od skali mapy, ale także od jej przeznaczenia, krajobrazu i stosunków geograficznych. W okolicach słabo zaludnionych, gdzie nawet najmniejsze skupienie ludności ma duże znaczenie /Syberia, Sahara/, zaznacza się na mapach małych skal /1:500000/ wszystkie zamieszkałe punkty, a nawet osady zamieszkałe czasowo. Natomiast na mapach europejskich dużych skal nie znaczą się budynków gospodarczych, studzien itp.

Równie trudna jest generalizacja rzeźby terenu. Stopień generalizacji zależy i tu od skali mapy, jej przeznaczenia i charakteru rzeźby w obrębie danego arkusza. Z zasady generalizacji rzeźby dokonuje się przez wybór odpowiednich warstwic, potrzebnych do scharakteryzowania terenu, a pominięcie szeregu innych uznanych za zbyt liczne w danej skali, oraz przez uogólnienie kształtu wyrażające się kreśleniem warstwic coraz bardziej zaokrąglonych z uznaniem drobnych form, przeważnie erozyjnych.

Generalizację mapy wykonuje się najlepiej na podstawie sfotografowanej i pomniejszonej do żądanej skali mapy szczegółowej, na którą nakłada się kalkę i nanosi na nią wybraną treść. Można także generalizować mapę za pomocą pantografu.

Należy pamiętać o tym, że niektóre arkusze naszych map opracowane są na podstawie różnorodnych materiałów podstawowych, a zatem takie elementy opisowe jak np. ilość mieszkańców lub zabudowań - z Głównego Urzędu Statystycznego, z powszechnego spisu ludności itp. mogą być niejednokrotnie przestarzałe.

Obecny system redagowania mapy polega na opracowaniu tak zwanego oryginału redakcyjnego, polegającego na tym, że brudnopis mapy w skali 1:50000 wykonany ręcznie musi być co do treści zupełny, aby nie do niego nie dodawać ani odejmować.

Brudnopis powiększa się w kolorze niebieskim do skali 1:40000 dla celów kartograficznych, a następnie z powrotem do skali 1:50000 dla "wyostrzenia" rysunku. Tym systemem wydany został w Polsce nowy "Atlas Świata".

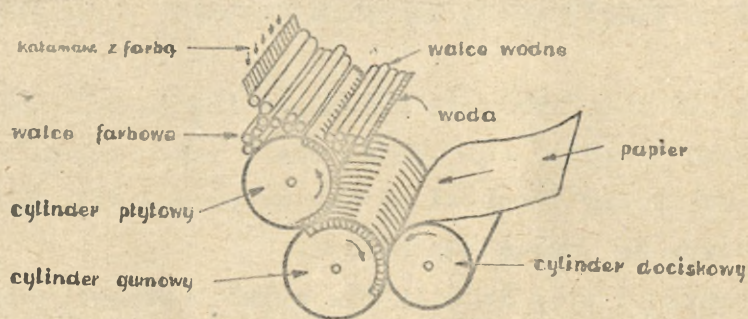
Do reprodukcji, czyli powielania map, stosowano do niedawna litografię czyli kamieniodruk. Zasada tego druku jest następująca: na płasko oszlifowaną płytę nanosi się tłustym tuszem odwrotny obraz rysunku mapy.

Kamień taki zwilża się wodą i przy pomocy wałka nanosi się nań tłustą farbę drukarską, która nie przylega do mokrego kamienia lecz tylko do naniesionego rysunku.

Na kamień kładzie się arkusz papieru i przeciąga się go wraz z kamieniem pod prasą, otrzymując odbitkę mapy.

Nie tak dawno ciężki kamień zastąpiono płytą cynkową odpowiednio spreparowaną. Rysunek na płytę można nanieść ręcznie lub fotograficznie. Elastyczna płyta daje się przymocować do obracającego się cylindra maszyny rotacyjnej, która znacznie przyspiesza proces drukarski.

Przy reprodukcji dużej ilości map stosuje się obecnie druk offsetowy /druk złożony/. W druku tym blacha matrycy nie styka się z papierem lecz obraz z płyty przenosi się na walce z gumy, a z nich dopiero na papier podawany przez inne walce. Odpowiedni system wałków skórzanych automatycznie zwilża matrycę wodą i nanosi farbę.



Schemat działania maszyny offsetowej

Jeżeli chcemy wykonać druk czterokolorowy, maszyna offsetowa musi mieć cztery komplety matryc i wałków dla każdego koloru oddzielnie. Wydajność współczesnie stosowanych maszyn offsetowych sięga 3000 i więcej arkuszy na godzinę.

W ostatnich czasach rozpoczęto w reprodukcji kartograficznej prace nad wykorzystaniem nowych materiałów technicznych i w związku z tym nad wypracowaniem nowych metod sporządzenia map. Nowa technologia kartograficzna polega na sporządzeniu oryginałów do druku nie na papierze i fotografowaniu ich, ale na stosowaniu przezroczystego, nie ulegającego deformacjom materiału /głównie astralonu/ oraz na przygotowaniu płyt do druku bezpośrednio z tych przezroczystych oryginałów z pominięciem w znacznej mierze fotografii. Astralon dzięki swej niesłychanie małej kurczliwości nadaje się jako podkład pod emulsje wszelkiego rodzaju niemal tak dobrze jak szkło.

Z oryginału mapy sporządza się negatyw o żądanej wielkości, który kopiuje się na płytę i z płyty tej sporządza się na astralonie błękitne kopie w ilości odpowiadającej przewidzianej liczbie kolorów na mapie. Kopie te drukuje się na jednej stronie astralonu, natomiast wykreślenie tuszem poszczególnych elementów mapy odbywa się na stronie wolnej od nadruku. Po wykreśleniu i korekcie czystorysów zmywa się z odwrotnej strony astralonu błękitną kopię, tak że zostaje na nim tylko wykreślona treść. Korekta

oryginałów do druku jest bardzo łatwa i szybka, gdyż dokonuje się jej przez nałożenie ich na oryginał redukcyjny, przy czym przezroczysty astralon pozwala na wykrycie wszelkich usterek i niedokładności.

#### Ocena mapy

Mapa topograficzna będąc źródłem szczegółowym wiadomości o terenie ułatwia w znacznej mierze pracę dcy podczas przygotowania i rozwiązania szeregu zadań bojowych. W wielu wypadkach zadania wynikające z sytuacji bojowej, których rozwiązanie w terenie wymagałoby żmudnej pracy, rozwiązuje się bezpośrednio na mapach zaoszczędzając w ten sposób siły, środki i czas.

Wojskowe mapy topograficzne dzielimy na:

- mapy w dużej skali /wielkoskalowe/;
- mapy w średniej skali /średnioskalowe/;
- mapy w małej skali /małoskalowe/.

Mapy wielkoskalowe /1:5000, 1:10000, 1:25000/ przeznaczone są do szczegółowej analizy i oceny terenu, do topograficznego przygotowania strzelania rakietowych i artyleryjskich, do projektowania prac inżynierskich, lokalizacji urządzeń radiotechnicznych itp. Wykorzystuje się je jako materiał podstawowy do opracowania innych dokumentów służby topograficznej. Do prac pomiarowych w. rakiet. i art. mapę 1:25000 można zastąpić mapą 1:50000.

Mapy w skalach średnich /1:50000, 1:100000, 1:200000/ przeznaczone są dla dowódców i sztabów wojsk lądowych we wszystkich rodzajach działań, celem zapoznania ich z fizyczno - geograficznymi właściwościami terenu, do planowania i prowadzenia działań.

Mapy w małych skalach zwane także topograficzno-przeglądowymi - obejmują większe obszary z uwydatnieniem głównych linii komunikacyjnych, szaty leśnej i przeszkód terenowych. Mapy te służą do planowania operacji armii i frontu, a także jako mapy lotnicze /nawigacyjne/. Należą tu mapy w skali: 1:500 000, 1:1000000 i wyżej.

Mapy specjalne - sporządzone są w różnych skalach i w zależności od treści jaką zawierają obejmują mapy artyleryjskie, mapy przejezdności /dostępności/ terenu, mapy drożni, przeszkód terenowych, geologiczne, zaopatrywania w wodę oraz mapy dla potrzeb różnych rodzajów wojsk i służb. Należą tu także mapy podkładowe, plastyczne itp.

Każdy posługujący się mapą powinien uprzednio przygotować ją do pracy. Na przygotowanie mapy do pracy składa się:

- ocena mapy;
- sklejanie map;
- składanie map;
- wypuklanie map.

Oceniając mapę pod względem jej przydatności do rozwiązania zadania należy zwrócić uwagę na następujące cechy charakteryzujące mapę:

- skalę mapy i w związku z tym należy określić wielkość 1 cm i 1 mm danej mapy w terenie, wielkości w terenie odpowiadające odstępom między sąsiednimi liniami siatki kilometrowej na mapie /1,2 lub 1 0 km/ oraz stopień generalizacji mapy i wpływ jaki może mieć ta generalizacja na szczegółowość analizy terenu, dokładność pomiarów i bogactwo treści;
- rok zdjęcia lub unacześnienia mapy. Rozróżniamy tu dwa terminy: unacześnienie czyli doprowadzenie do stanu aktualnego całej mapy, lub poprawienie - czyli uzupełnienie mapy kilku ważniejszymi zmianami. Rok zdjęcia topograficznego lub tylko opracowania kartograficznego decyduje o zastosowanych dla danej mapy:
  - odwzorowaniu kartograficznym;
  - układzie współrzędnych;
  - kluczu znaków topograficznych.

Począwszy od 1954 r. w wojsku wykorzystuje się nowe mapy oznaczone sygnaturą "Układ współrzędnych 1942 r." co oznacza, że dla map tych zastosowano odwzorowanie kartograficzne Gaussa-Krügera na trójosiowej i najbardziej swymi wymiarami zbliżonej do geoidy, elipsoidzie Krassowskiego z punktem przyłożenia w Pułkowie i poziomem odniesienia bałtycko-czarnomorskim tj. obliczonym średnio dla jedenastu portów, z których pięć leży nad Bałtykiem i sześć nad morzem Czarnym i zastabilizowanym w twierdzy Kronsztadt oraz, że dla map tych zastosowano klucz znaków topograficznych według wzoru 1951 r.

Zgodnie z wymaganiami stawianymi współczesnym mapom topograficznym jest ona przejrzysta i łatwo czytelna, co przy właściwej znajomości topografii zapewnia łatwe i szybkie orientowanie się w terenie oraz studiowanie i analizę przyszłego terenu działań bez wyjazdu w teren. Znaki topograficzne obiektów i opisane na mapie wartości liczbowe ściśle odpowiadają ich charakterowi i wartościom w terenie, przy czym

są one proste i łatwe do odczytania oraz bardzo sugestywne, tj. podobne swym kształtem do obiektu lub cechy, która go charakteryzuje. Przy klasyfikacji obiektów terenowych specjalnie podkreślono te dane, które decydują o obronności kraju i charakterze terenu.

W zależności od skali, mapy te posiadają mniej lub bardziej bogatą treść, mniejszą lub większą dokładność naniesienia poszczególnych obiektów.

Przy ocenie mapy należy zwrócić uwagę także na metodę przedstawienia rzeźby terenu /warstwicowa, kreskowa, cieniowana, warstwowo-barwna, kombinowana/, na wysokość warstwową mapy i obliczyć ilu stopniom w terenie odpowiada 1 mm odstępu między warstwicami na mapie. Obliczenie to stanowi najlepszą podstawę do późniejszej oceny kątów spadów terenu "na oko".

Należy się także zapoznać z elementami orientacji mapy /zbieżenie magnetyczne, kąt zbieżności południków i uchylenie magnetyczne/ i w przypadku istnienia dużych /ponad 3 stopnie/ kątów obliczyć wartość uchylenia magnetycznego na bieżący rok.

Wartości elementów orientacji mapy podane są zazwyczaj pod południową ranną mapy. Np.

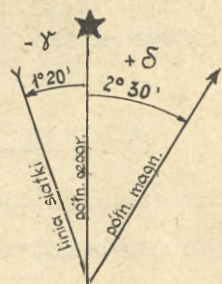
Zbieżenie magnetyczne wsch.  $+2^{\circ}30'$

Zbieżność południków zach.  $-1^{\circ}20'$

Uchylenie magnetyczne wsch.  $+4^{\circ}50'$

Roczna zmiana zbieżenia magn.  $-0^{\circ}06'$

Uwaga: W nawiasach podano wartości w tysięcznych. Jedna tysięczna odpowiada 3,6. Podana wartość zbieżenia odnosi się do 1956 r.



Zbieżeniem magnetycznym  $/\delta/$  nazywamy kąt zawarty pomiędzy kierunkiem północy geograficznej i magnetycznej. Wartość zbieżenia magnetycznego zależy od szeregu czynników, z których najważniejszymi są:

- położenie geograficzne punktu, w którym mierzymy wielkość zbieżenia magnetycznego. W granicach Polski zbieżenie magnetyczne nie przekracza obecnie  $+3^{\circ}$  na wschodzie i  $-1^{\circ}$  na zachodzie, lecz np. w Moskwie wynosi około  $+7^{\circ}$ , a w Londynie około  $-10^{\circ}$ .

- zmiany wiekowe spowodowane przemieszczeniem się położenia biegunów magnetycznych Ziemi. Od początku IX wieku zboczenie magnetyczne zachodnie zmniejsza się na całym obszarze Europy. W Warszawie zboczenie magnetyczne wzrosło z  $+0^{\circ} 23'$  w 1949 r. do około  $+2^{\circ}$  w 1969r.;
- zmiany okresowe zależne od pory dnia: kwadry księżyca a także burze magnetyczne wywołane przez słońce oraz zakłócenia miejscowe /anomalie magnetyczne/.

Kąt zbieżności południków /  $\gamma$  / będący różnicą między kierunkiem północy geograficznej i topograficznej, wynosi  $0^{\circ}$  na południku /środkowym stref/ 3, 9, 15, 21 itd. stopni długości geograficznej/ i zmienia się w kierunku wschodnim i zachodnim o około  $0^{\circ}, 01$  na 1 km.

Uchyleniem magnetycznym /  $\Delta$  / nazywamy kąt zawarty pomiędzy kierunkiem północy topograficznej /linią siatki/ a kierunkiem północy magnetycznej. Uchylenie magnetyczne jest różnicą algebraiczną zboczenia magnetycznego i zbieżności południków z zachowaniem ich znaków. Np.  $\Delta = / \mp \delta / - / \mp \gamma /$ ; np.:  $\Delta = /+2^{\circ} 30' / - /-1^{\circ} 20' / = + 3^{\circ} 50'$ . Znajomość wielkości uchylenia magnetycznego jest niezbędna podczas magnetycznego orientowania mapy, zamiany azymutów oraz wszędzie tam gdzie wykorzystujemy przyrządy oparte na zasadzie magnetyzmu ziemskiego.

#### Analiza terenu na podstawie mapy

Ocena terenu jest ważnym elementem przygotowania decyzji dowódcy. Oceny terenu dokonuje się zawsze pod kątem widzenia otrzymanego zadania na podstawie:

- a/ map, planów i szkiców terenu;
- b/ fotomap, fotoszkiców i zdjęć lotniczych;
- c/ opisów terenu;
- d/ danych zawartych w referatach dowódców, rodzajów wojsk i szefów służb /przede wszystkim szefa saperów/;
- e/ danych z rozpoznania wojskowego;
- f/ wglądu osobistego.

Ocenę terenu przeprowadza się najczęściej na podstawie map i danych otrzymanych z kilku wyżej wymienionych źródeł uprzednio uzgodnionych i sprawdzonych. Każdy dowódca ocenia teren po stronie nieprzyjaciela, po stronie własnej, a następnie jeszcze po stronie bezpośrednich sąsiadów.

Wszystkie wiadomości o terenie można odczytać wprost z mapy tym bardziej, że na mapie specjalnie podkreśla się te elementy, które z wojskowego punktu widzenia decydują o charakterze terenu.

Ważne jest aby każdy dowódca umiał patrzeć na mapę, nie jak na martwy rysunek będący pewną sumą poszczególnych znaków topograficznych, lecz jak na głębokie i niejednokrotnie jedyne źródło wiadomości w terenie.

Tak jak dla studiowania literatury nie wystarcza znajomość liter, tak dla studiowania mapy nie wystarcza znajomość znaków topograficznych, lecz konieczna jest wszechstronna znajomość obiektów terenowych tymi znakami przedstawianych.

### O s i e d l a

Na mapach 1:25000 - 1:100000 rozróżnia się miasta, osiedla typu miejskiego /robotnicze, lotniskowe, kuracyjne/ oraz typu wiejskiego.

Rodzaj i wielkość liter w nazwie miast i osiedli określa:

- w miastach ilość mieszkańców wg klasyfikacji:

1:25000	1:50000	1:100000	
<b>WARSZ</b>	<b>WARSZ</b>	<b>WARSZ</b>	stolice państw
<b>KRAKÓW</b>	<b>KRAKÓW</b>	<b>KRAKÓW</b>	miasta wojew. i miast 400-500 tys. miesz.
<b>KUTNO</b>	<b>KUTNO</b>	<b>KUTNO</b>	miasta pow. i miast 50-100 tys. miesz.
<b>RACIBÓRZ</b>	<b>RACIBÓRZ</b>	<b>RACIBÓRZ</b>	miasta 20-50 tys.
<b>WIELUŃ</b>	<b>WIELUŃ</b>	<b>WIELUŃ</b>	miasta 10-20 tys.
<b>ŻORY</b>	<b>ŻORY</b>	<b>ŻORY</b>	miasta do 10 tys.

- w osiedlach typu miejskiego wielkość pisma ustala się w zależności od wielkości i znaczenia osiedla;

1:25000	1:50000	1:100000	
<b>JASTRZĘBIE</b>	<b>JASTRZĘBIE</b>	<b>JASTRZĘBIE</b>	Osiedla robotnicze kuracyjne, lotniskowe
JASTRZĘBIE	JASTRZĘBIE	JASTRZĘBIE	
<b>MOKOTÓW</b>	Mokotów	<b>MOKOTÓW</b>	Przedmieścia, osady w granicach miasta

- w osiedlach typu wiejskiego ilość domów i pojedynczych zagrod  
wg klasyfikacji;

1:25000	1:50000		1:100000	
Grodziec		powyżej 200 domów	Grodziec	powyżej 4000 domów
Turza		400-200	Turza	400-1000
Jedtownik		20-100	Jedtownik	50-100
Kozice		do 20 dom.	Kozice	20-50
Ławy		poj. zagr.	Ławy	do 20 i poj. zagr.

ponadto ilość domów podaje się pod nazwą osiedla.

Poszczególne budynki w miastach blokuje się podając podwójną sztrafurę tam gdzie jest ponad 50% budynków murowanych i pojedynczą gdzie poniżej 50% budynków murowanych. Wyróżniające się budynki użyteczności publicznej, fabryki itp. oraz bloki w miastach o gęstej sieci drobnych ulic wypełnia się czarnym tuszem. Obiekty daleko widoczne w osiedlach rysuje się na tle bloków pozostawiając dla wyróżnienia wokół nich 0,2 mm prześwietlu.

Na mapach 1:25000 i 1:50000 wyróżnia się budynki mieszkalne i nie - mieszkalne, murowane i drewniane wewnątrz bloków lub poza blokami osiedli wiejskich.

### Drogi

Drogi kołowe przedstawia się na mapach wg następującej klasyfikacji:

- autostrady lub automagistrale - betonowe lub asfaltowe o twardym podkładzie, szerokości co najmniej 14 m, możliwości szybkiego i intensywnego ruchu samochodów o dowolnym tonażu.
- Automagistrale mogą mieć mniejszą szerokość jezdni i skrzyżowania z innymi drogami na jednym poziomie;
- szosy ulepszone - asfalt, beton, klinkier jak również żwir lub tłuczeń przepojony specjalnym spoiwem, na twardym podkładzie. Na szosach ulepszonych możliwy jest intensywny ruch samochodów bez względu na porę roku;

- szosy zwykle na podkładzie z kamieni, piasku lub twardego gruntu, z nawierzchnią żwirową lub żuźlową, ubijaną i walcowaną, niekiedy przepojoną spoiwem. Do szos zwykłych zalicza się drogi brukowe, wyłożone kamieniem polnym lub tłuczonym. Szosy zwykle nadają się do ruchu samochodów o każdej porze roku;
- drogi gruntowe utrzymane - drogi profilowane lecz bez twardej podbudowy. Grunt jezdni bywa wzmocniony różnymi dodatkami, tj. żwirem, tłuczniem, piaskiem lub przepojony spoiwem. Nadaje się dla ruchu samochodów w ciągu większej części roku i wytrzymuje ruch samochodów o średnim tonażu;
- drogi gruntowe wiejskie są to nieprofilowane pasy gruntu utworzone przez stały ruch pojazdów kołowych. Ich jakość zależna jest od warunków glebowych i sezonowo-klimatycznych;
- drogi polne lub leśne - są to drogi, na których ruch pojazdów kołowych istnieje tylko sporadycznie, głównie w okresie robót polnych lub przy wyrębie lasu;
- ścieżki dla ludzi i zwierząt jucznych - są to drożyny w górach i innych rejonach niedostępnych dla pojazdów kołowych;
- drogi zimowe - są to drogi okresowe istniejące zimą, a prowadzące przez grunty podmokłe, bagna, jeziora i inne, gdzie przejazd możliwy jest tylko w okresie zimowym. Nadają się do ruchu samochodów w czasie zimy.

Skróty objaśniające charakter szos umieszcza się w odpowiednich miejscach na osi drogi w następującej kolejności 8/10/A, gdzie pierwsza cyfra oznacza szerokość nawierzchni, druga w nawiasach/ szerokość w koronie, zaś litera lub skrót oznacza materiał nawierzchni, a więc: A-asfalt, B-beton, Br-bruk, K-kostka, Kl-klinkier, T-tłuczeń, Ż-żużel, Żw-żwir.

Na drogach podaje się tylko szerokość w koronie. Miejsca zmiany na nawierzchni oznacza się poprzeczną kreską.

W osiedlach - ulice łączące wyloty szos pokrywa się kolorem. Ponadto na wszystkich drogach oznacza się mosty, wiadukty, przepusty, zjazdy, trudne do przejazdu odcinki w budowie, kładki dla pieszych, ogrodzenia itp. Kreskowaniem skośnym oznacza się drogi naniesione schematycznie. Przy mostach powyżej 10 m długości podaje się ich długość w metrach i nośność w tonach /tylko dla kołowych/.

	Autostrady lub automagistrale
	Szosay ulepszone
	Szosay zwykłe
	Drugi gruntowe utapymane
	Druga gruntowa wiejska
	Druga polna lub leśna albo trudny do przej. odc. drogi grunt.
	Ścieżka dla ludzi i zwierząt
	Druga zimowa

Linie kolejowe przedstawia się na mapach topograficznych według klasyfikacji technicznej, jako linie normalnotorowe i wąskotorowe, a dalej według ilości torów /jedno-dwu i wielotorowe/. Poza tym umieszcza się cały szereg znaków charakteryzujących linię kolejową pod względem jej budowy /nasypy, wykopy, kolej w budowie, tory rozebranej kolei, stacji, przystanki, mijanki, bocznice, rampy parowozownie itp./ oraz pod względem komunikacyjno-transportowa /koleje zelektryfikowane, gospodarcze, linowe, tunele, mosty, przejazdy, wiadukty, przepusty itp./.

### W o d y

Na mapach o dużych skalach szczegółowo charakteryzuje się wszelkie przeszkody wodne oznaczając specjalnymi znakami, linie brzegowe naniesione schematycznie, brzegi urwiste z plażą i bez plaży, brzegi skaliste, kamieniste, piaszczyste i wały brzegowe itp.

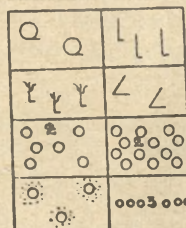
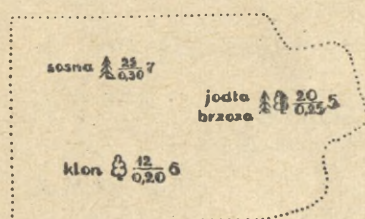
	linia brzegowa stała i naniesiona schematycznie
	brzeg urwisty bez plaży i z plażą
	osuch przybrzeżny pas dna osychającego przy odpływie i mieliźna lub osypisko przybrzeżne
	brzeg skalisty i kamienisty i piaszczysty



Roślinność, uprawy i grunty:

Rodzaj lasu i zagajnika przedstawia się nie tylko znakiem liniowym ale i opisami, które podaje się na dużych kompleksach leśnych w rozwinięciu, na małych w skrócie.

Opis charakteryzuje rodzaj lasu iglastego /jodła, świerk, sosna, cedr i liściastego/ dąb, buk, klon, brzoza, osika i inne/- zaś liczby podają przeciętną wysokość drzew, grubość pni i przeciętną odległość między drzewami. Opisy te umieszcza się na obszarach leśnych o powierzchni ponad 15 cm<sup>2</sup> w skali mapy; przy krzakach, zagajnikach, szkółkach i pasach leśnych oznacza się tylko ich wysokość.



Las rzadki i poręba

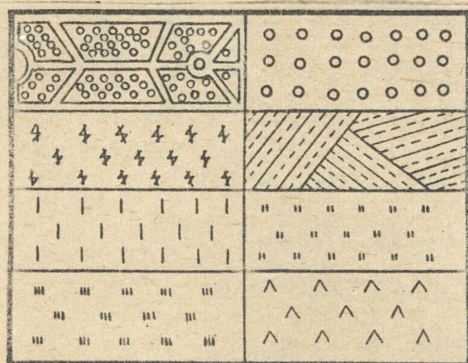
Las spalony i las powalony przez burzę

Zagajnik (młodnik) i szk. leśna

Krzaki zwarte i leśny pas ochrony

**Oznaczenia lasów i krzaków**

Z upraw szczególnie wyróżnia się te, które mają wpływ na maskowanie i rozmieszczenie wojsk jak np.: parki, sady, winnice, ogrody, plantacje, wysokie trawy, łąki, pastwiska itp.



Park i sad

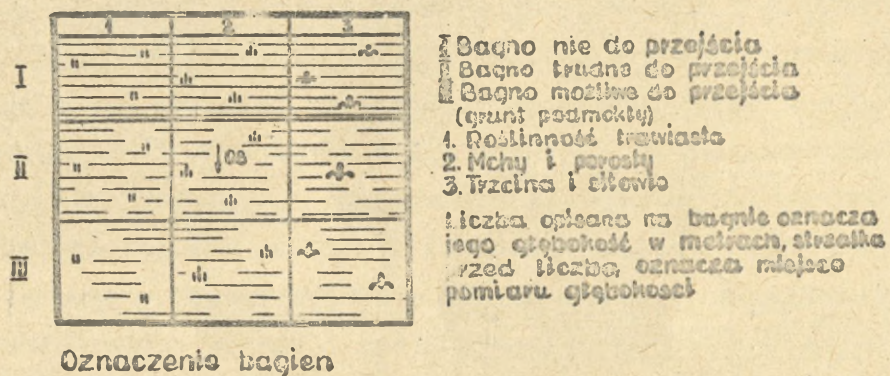
Winnice i ogród

Plantacja chmielu i łąka

Wysokie trawy i pastwisko

**Oznaczenie upraw**

Bagna klasyfikuje się wg możliwości ich przejścia, podając znakami umownymi rodzaj roślinności bagiennej /trawiasta, mchy i porosty, trzcina i sitowie/ oraz liczbę, głębokość i strzałką miejsca pomiaru głębokości.



Oznaczenia bagien

Gleby charakteryzuje się wg możliwości przemarszu i przejazdu /żwirowiska, kamieniska, piaski, pagórki piaszczyste, wydmy itp./.



Oznaczenia gleb

### Rzeźba terenu

Rzeźbę terenu przedstawia się za pomocą warstwie /co 1,25, 5,10,20, 40 m/ wg ogólnie przyjętych zasad, z szerokim zastosowaniem warstwie pomocniczych wszędzie tam, gdzie istnieją formy nie dające przedstawić się w normalnej wysokości warstwowej.

Specjalnymi znakami umownymi w kolorze brązowym przedstawia się szczegóły rzeźby terenu, jak urwiska, zsuwy, osypiska piaszczyste lub ziemne, kamieniste lub żwirowe, wąwozy, wypłuczyska, skały, piargi gołoborza oraz w kolorze czarnym - skały - ostańce, zjawiska wulkaniczne i przełęcze/z podaniem okresu jej dostępności/.



Urwisko i zsuw (osuwisko)

Osypisko piaszczyste lub ziemne  
oraz kamieniste lub żwirowe

Wąwozy i wypłuczyska oraz  
zbocza skaliste

Piargi i gołoborza oraz przełęcz  
dostępna od IV do X miesiąca

1. Skała ostańca
2. Źródło kwasowe
3. Wejście do jaskini lub groty
4. Krater wulkanu
5. Zjawiska wulkaniczne

Większymi wymiarami liczb określających wysokość punktów geodezyjnych uwypukla się dominujące wzniesienia. Schematycznie naniesioną rzeźbę terenu wykreśla się na mapach 1:25000 - 1:75000 warstwicami przerywanymi długości 20 mm z przerwami po 1 mm.

Rzeźba terenu wywiera decydujący wpływ szczególnie na:

- warunki przejeźdności, orientację, obserwację i maskowanie;
- rozmieszczenie sprzętu bojowego i prowadzenie ognia;
- wybór kierunków uderzenia, manewru i rubieży obronnych;
- użycie broni atomowej i obronę patom.;
- wybór miejsc na lotniska i lądowiska.

Góry, grzbiety górskie, pagórki i faldy terenowe, zmniejszają w znacznym stopniu zdolność manewrową oddziałów i często ograniczają ją jedynie do gór i ścieżek. Utrudniają lub wręcz uniemożliwiają użycie oddziałów zmechanizowanych, środków łączności, broni o płaskim torze postępków, utrudniają prowadzenie obserwacji, tworząc nieraz bardzo rozległe pola niewidoczne, utrudniają zaopatrzenie wojsk zwłaszcza w czasie zawiści lub gołoleźni.

Z drugiej strony stanowią one naturalną przeszkodę i dogodne rubieże obronne. W fałdach terenu można znaleźć ukrycie przed ogniem i obserwacją npla.

Takie formy rzeźby jak doliny, wąwozy, wypłuczyska itp. utrudniają użycie czołgów, artylerii wojsk zmechanizowanych, a często i piechoty. Jednocześnie jednak wszelkie wąwozy, jary, wąskie i głębokie doliny umożliwiają zabezpieczenie ludzi i sprzętu bojowego przed skutkami działania broni atomowej, obserwacją naziemną, częściowo lotniczą itp. Układ grzbietów i szerokości dolin szczególnie podczas działań w terenie górzystym, decyduje o ugrupowaniu bojowym wojsk, szerokości pasów działania, głębokości zadań i o formach uderzeń.

Współczesne mapy topograficzne w dużych skalach, umożliwiają głębokie studiowanie rzeźby terenu i rozwiązywanie wszelkich zadań mających na celu określenie różnic wysokości, kątów spadu terenu na poszczególnych drogach i zboczach, widoczności z poszczególnych punktów obserwacyjnych i stanowisk ogniowych, wykreślanie profilów terenu wzdłuż dróg, szkiców pól niewidocznych itp.

Analizując rzeźbę terenu z mapy, dowódcy ogólnowojskowi najczęściej określają kąty spadu terenu "na oko" wykorzystując zasadę, że im mniejsze są odstępstwa warstwicy tym większe są kąty spadu.

Aby możliwie ściśle określić kąt spadu terenu "na oko" należy przy ocenie mapy obliczyć ilu stopniom w terenie odpowiada odstęp warstwicy równy 1 mm bądź 1 cm na danej mapie. Obliczenia dokonuje się za pomocą wzoru:

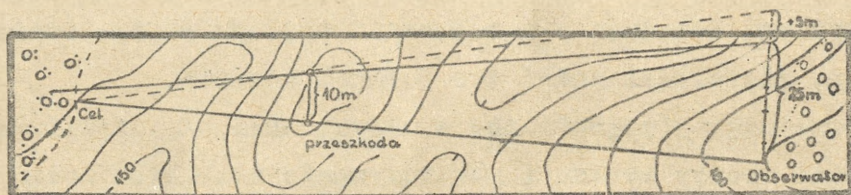
$$\alpha = \frac{60 \cdot h}{d} ;$$

gdzie: " $\alpha$ " oznacza kąt nachylenia stoku w stopniach, "h" wysokość warstwową mapy i "d" odstęp warstwicy tj. 1 mm lub 1 cm w skali mapy. Liczba 60 jest zaokrągloną wartością  $\text{ctg } 1^\circ / 57.29/$ . Na mapach o normalnej wysokości warstwowej /z wyjątkiem mapy w skali 1:10 000/ 1 mm odstęp warstwicy na mapie odpowiada w przybliżeniu 12 stopniom kąta spadu w terenie. Powyższy wzór można zastosować do obliczenia kątów spadu dowolnych, lecz tylko łagodnych stoków, przyjmując za "h" deniwelację między dwoma punktami na tym stoku, za "d", odległość topograficzną między tymi punktami w terenie. Przy stokach stromych nie należy posługiwać się zaokrągloną wartością "60". Na południowym marginesie mapy jest zazwyczaj wykreślona podziałka kątów spadku dla normalnej i pięciokrotnej wysokości warstwowej, umożliwiająca szybkie i dokładne określenie kątów nachylenia stoków.

Widoczność między punktami z mapy określa się za pomocą:

- sposobu rachunkowego  $H : h \quad D : d$ , w myśl którego cel będzie widoczny wówczas, gdy stosunek przewyższeń obserwatora nad celem  $H/h$  i przeszkody nad celem  $D/d$  będzie większy niż stosunek odległości obserwatora do celu  $D$  i przeszkody do celu  $d$ ;

- sposobu graficznego.



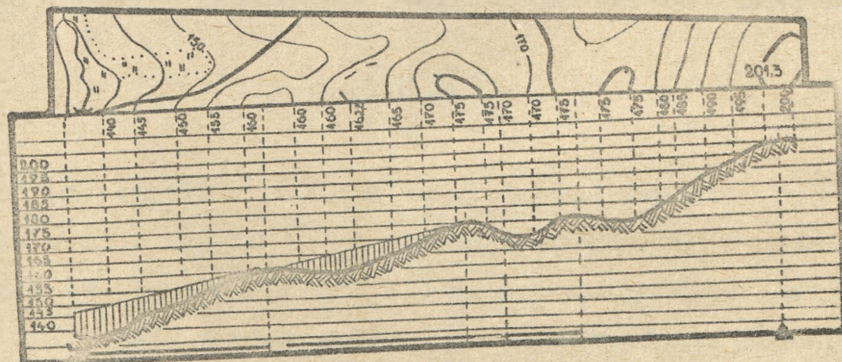
skala 1:25000 Warstwice prowadzone co 5m.

**Określenie widoczności między punktami sposobem graficznym**

- profilu uproszczonego lub pełnego;



skala 1:25000 Warstwice prowadzone co 5m.



**Określenie widoczności między punktami za pomocą profilu terenu**

Przy projektowaniu rozmieszczenia PO i SO, należy którymś z wymienionych sposobów, skontrolować możliwości prowadzenia obserwacji lub ostrzału do poszczególnych charakterystycznych punktów terenowych. Niekiedy można dokonać tego "na oko", lecz tylko w przypadkach nie budzących wątpliwości.

W wypadku istnienia w danym sektorze obserwacji szeregu przeszkód różnej wysokości i na różnych wysokościach oraz przy planowaniu działań w terenie górzystym nieodzowne jest sporządzenie profili terenu i wykreślenie szkiców pól niewidocznych.

W zależności od potrzeb, czasu i możliwości wykreśla się profile pełne i uproszczone oraz profile wzdłuż krzywych linii profilowych np. tras przemarszu i dróg.

W wypadku przeprowadzenia analizy terenu na podstawie map o nielarstwicowym sposobie przedstawienia rzeźby terenu można napotkać wiele trudności. Oto niektóre z nich:

- metoda kreskowania, w której rzeźbę przedstawia się za pomocą krótkich kresek tym bardziej zagęszczonych im większy jest kąt spadu terenu w danym miejscu, przyjmując wg Lehmana następującą skalę pomiędzy grubością i prześwitem między kreskami:

45°	40°	35°	30°	25°	20°	15°	10°	5°	0°
0:9	1:8	2:7	3:6	4:5	5:4	6:3	7:2	8:1	9:0

Zasada skali Lehmana

Zastosowanie i wykorzystanie tej skali jest w praktyce bardzo trudne:

- metoda cieniowania, przy której cieniuje się stoki wzgórz i grzbietów, przyjmując takie oświetlenie, jakie najbardziej wypukli rzeźbę terenu w danym rejonie, np. południowa, południowo-zachodnie, górne itp.

Obydwie te metody zaciemniają obraz pokrycia terenu i utrudniają dokonywanie prac obliczeniowych.

- metoda warstwobarwna, w której rzeźbę terenu przedstawia się za pomocą specjalnej skali barw /0,50, 100, 150, 200, 300, 500, 400, 1000, 1500 m/ zastosowanej do skali mapy i charakteru terenu uniemożliwia użycie barw do uwypuklenia sytuacji topograficznej np. lasów. Stosunkowo mała ilość barw nie pozwala na dokładne określenie wysokości punktów, co z kolei utrudnia prace obliczeniowe tak, że mimo prostoty i pogładowości metodę tę stosuje się dla map przeglądowych, fizycznych i innych.

Analiza rzeźby terenu wyłącznie na podstawie mapy w stopniu takim, aby dowódca patrząc na płaski arkusz mapy umiał wyobrazić sobie bardzo nieraz skomplikowane ukształtowanie terenu, jest bardzo trudna i dlatego należy drogą rozmaitych ćwiczeń nieustannie doskonalić się w tej umiejętności.

#### WOJSKOWE MAPY SPECJALNE

W miarę ilościowego i jakościowego wzrostu sił zbrojnych techniki i sztuki operacyjnej wzrosły wymagania dowódców i sztabów odnośnie zabezpieczenia działań bojowych wojsk w coraz pełniejsze dane topograficzne, t.j. dane o ukształtowaniu i pokryciu terenu, możliwościach pokonywania przeszkód wodnych i trudno dostępnych odcinków terenu, możliwościach prowadzenia obserwacji i ostrzału, a także dane wyjściowe dla artylerii celem topograficznego dowiązania elementów ugrupowania bojowego, dane hydrograficzne i geologiczne dla wojsk inżynieryjnych i pancernych, dane o strukturze i zabudowie miast, o komunikacji kołowej i kolejowej, jednym słowem wszelkich danych potrzebnych dowódcom i sztabom zarówno ogólnowojskowym, jak i poszczególnych rodzajów wojsk, celem planowania i prowadzenia działań bojowych.

Doświadczenia I i II wojny światowej wykazały, że same mapy topograficzne, dużych, średnich i małych skal nie obejmują wszystkich danych potrzebnych do planowania i przeprowadzenia operacji przez współczesne armie. Niektóre dane o terenie niezbędne obecnie dla wojska nie dadzą się przedstawić na zwykłych mapach topograficznych, gdyż przeładowałoby to treść tych map i przestałyby one być przejrzyste i łatwo czytelne.

Konieczność dostarczenia dowódcom i sztabom danych o terenie, których brakuje na zwykłych mapach topograficznych, stała się powodem opracowania wielu map specjalnych.

Mają one różne przeznaczenie i wykorzystywane są przez różne rodzaje wojsk i dlatego są one w zależności od potrzeb opracowywane i wydawane przez wojskową służbę topograficzną przy współpracy oddziałów i zarządów sztabów ogólnowojskowych oraz sztabów poszczególnych rodzajów wojsk i służb.

Mapy specjalne sporządza się w formie oddzielnych wydawnictw, na których dane specjalne drukuje się jednocześnie z podkładem topograficznym, tj. zasadniczą treścią mapy podstawowej lub też w formie nadruku niezbędnych danych na istniejące mapy topograficzne, podkładowe, plany lub szkice.

Mapy specjalne, w zależności od ich przeznaczenia i treści można zaszeregować do dwóch zasadniczych grup, tj. mapy przeznaczone dla dców i sztabów wszystkich rodzajów wojsk oraz mapy przeznaczone dla dców i sztabów poszczególnych rodzajów wojsk.

Nie znaczy to, że np. z map morskich nie może korzystać dca ogólnowojskowy działający w obronie wybrzeża morskiego, nie-mniej głównym użytkownikiem tych map pozostaną dca i sztab marynarki wojennej.

Do częściej sporządzanych przez wojskową służbę topograficzną map specjalnych przeznaczonych dla dców i sztabów wszystkich rodzajów wojsk zaliczamy:

- mapy dróg;
- plany miast;
- mapy administracyjne;
- mapy samochodowe;
- mapy z nadrukiem zmian;
- mapy podkładowe;
- mapy rubieży wodnych i szkice odcinków rzek;
- fotoplany i fotoszkiece;
- mapy przejezdności /dostępności/ terenu;
- szkice rozpoznania;
- mapy punktów orientacyjnych;
- mapy geologiczne;
- mapy plastyczne i anaglifowe.

Mapy specjalne przeznaczone dla dców i sztabów poszczególnych rodzajów wojsk, to:

- mapy sieci geodezyjnej /artyleryjskie/;
- mapy celów artyleryjskich;
- mapy lotnicze;
- mapy morskie.

Ponadto dla potrzeb dcón i sztabów opracowuje się szereg dokumentów tekstowych i opisowych, zawierających wiadomości, które nie mogą być wyrażone w formie graficznej, a są potrzebne do planowania i prowadzenia działań bojowych.

W czasie pokoju mapy specjalne opracowuje i wydaje Zarząd Topograficzny Sztabu Generalnego, na pokrycie rejonów i rubieży określonych potrzebami wojska, zaś w czasie wojny, mapy specjalne wykonuje także służba topograficzna frontu i armii na pokrycie rejonów i rubieży określonych potrzebami danej operacji.

Opracowania kartograficznego i wydania map specjalnych i innych dokumentów topograficznych w warunkach polowych dokonują drukarnie polowe wyposażone w drukarskie maszyny offsetowe o wydajności 1500-7000 jednokolorowych odbitek na godzinę.

Do map, które nabrały specjalnego znaczenia we współczesnych, szybkich działaniach bojowych zalicza się przede wszystkim mapy przeszkód terenowych, drożni, rubieży wodnych i przejezdności terenu.

#### Mapy drożni i szkice linii kolejowych

Mapa /szkic/ drożni przeznaczona jest do analizy i oceny sieci dróg przy planowaniu przegrupowania i dokonywaniu przewozów, przy wyborze dróg dowozu i ewakuacji, przy organizacji prac związanych z naprawą i utrzymaniem dróg oraz przy organizacji służby regulacji ruchu.

Mapy drożni wykonuje służba topograficzna wspólnie z oddziałem drogowym, oddziałem komunikacji wojskowej i sztabem wojsk inżynieryjnych. Wydaje się w jednym lub dwu kolorach w postaci nadruku treści specjalnej na mapy topograficzne w skali 1:100 000 - 1:500 000 lub w postaci specjalnych szkiców na podkładzie zgeneralizowanej treści topograficznej. Dane odnoszące się do hydrografii nadrukuje się w kolorze niebieskim, pozostałe zaś dane w kolorze najczęściej czerwonym, żółtym i fioletowym.

Mapa drożni powinna zawierać następujące dane o szosach i drogach gruntowych umożliwiających ruch samochodowy:

- klasę drogi, szerokość korony i jezdni, rodzaj nawierzchni, charakterystykę stromych spadów i zakrętów, możliwość ruchu dwukierunkowego;

- odległość w kilometrach pomiędzy ważniejszymi osiedlami lub węzłami dróg;
- urządzenia drogowe, charakterystykę mostów, przepraw oraz możliwości objazdu mostów uszkodzonych;
- charakterystykę roślinności wzdłuż dróg i możliwości przejazdów i przemarszów wzdłuż poboczy;
- przełęcze, stromość ich podjazdów, cieśniny, prześmyki międzyjeziorne z ich przekraczalnością w czasie roztopów i śniegów;
- rejony występowania materiałów budowlanych do remontu zniszczonych odcinków dróg, mostów itp.

Oprócz tego na mapie drożni oznacza się wszystkie zmiany sieci kolejowej, wyodrębnia się rzeki i kanały żeglowne, jak również urządzenia przy nich. W niezbędnych wypadkach na marginesie lub odwrocie mapy umieszcza się szkice miast z wypukleniem ulic przelotowych, przejazdów oraz podaje ilość zbiorników MPS z ich pojemnością w tonach. W legendzie objaśnia się możliwość równoczesnego ruchu czołgów i samochodów ciężarowych poza drogami, stan i rozmieszczenie źródeł zaopatrywania w wodę do chłodziw oraz inne niezbędne dane, których brak na mapach topograficznych. Mapy /szkice/ dróg wydaje się w takim nakładzie, ażeby zaopatrzyć w nie sztaby jednostek, dowództwa batalionów wojsk pancernych i zmechanizowanych oraz dowódców dywizjonów w artylerii.

Poza mapą drożni, służba topograficzna frontu wydaje dla potrzeb sztabu frontu i armii, służby tyłów i komunikacji wojskowej, szkice linii kolejowych, które zawierają charakterystykę sieci kolejowej w pasie działania frontu /armii/. Szkic ten zawiera aktualną klasyfikację linii kolejowych, opis stacji i przystanków, ramp, parowozowni, warsztatów naprawczych taboru kolejowego i innych urządzeń kolejowych. Szkice linii kolejowych z zasady nie posiadają pozostałych elementów sytuacji topograficznej.









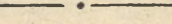
#### Plany miast

Plany miast, osiedli kolejowych, portów i innych obiektów, przeznaczone są do szczegółowego zapoznania się z danym obiektem i podejściami do niego w czasie organizacji walki, jak również do orientowania się, wskazywania celów i dowodzenia wojskami w czasie walki.

Przy sporządzaniu planu wykorzystuje się mapy w dużej skali lub po -  
większenia, zdjęcia lotnicze, fotoszkiece i fotoplany oraz mapy i pla-  
ny cywilnych urzędów geodezyjnych.

Plany sporządza się zwykle w skalach 1:10 000 - 1:25 000 w niezbędnych  
zaś wypadkach także i w skali większej. Na planie przedstawia się  
osiedla /obiekty/ i podejścia do nich, budynki mieszkalne i niemie -  
szkalne, przedsiębiorstwa przemysłowe, obiekty wojskowe, urządzenia  
i przejścia podziemne, rzeźbę terenu i roślinność, punkty geodezyjne  
i orientacyjne. Opisuje się nazwy ulic, placów i dzielnic. Na margi -  
nesie lub odwrocie umieszcza się wykaz i charakterystykę obiektów  
specjalnych, dużych budynków użyteczności publicznej, wysokich budyn-  
ków murowanych oraz alfabetyczny spis ulic i skrócony opis wojskowo -  
topograficzny osiedla /objektu/.

Plany osiedli drukuje się w 1-4 kolorach, stosując dodatkowo następu-  
jące znaki topograficzne:

	wyróżniające się budynki murowane		przejazdy przez budynek
	wyróżniające się budynki drewniane		budynki zniszczone
	budynki murowane		skwery
	 budynki drewniane		kolektory
1 2	1-mieszkalne; 2-mieszkalne	13	numer obiektu
63	numery kwartałów między ulicami		

Szczególne znaczenia w planowaniu i prowadzeniu działań bojowych  
nabierają plany dużych miast, rejonów umocnionych i portów.

### Mapy administracyjne

Mapa administracyjna przedstawia zazwyczaj obszar całego pań -  
stwa lub całkowitej pod względem administracyjnym jego części, w ska-  
li 1:500 000 i mniejszej.

Na mapie tej pokazuje się wyłącznie osiedla, granice administracyjne  
państwa, województw i powiatów, koleje, drogi łączące siedziby woje-  
wództw, powiatów i gmin oraz rzeki, kanały i jeziora. Innych obiek-  
tów sytuacji topograficznej jak: lasy, bagna; obiekty przemysłowe i  
gospodarcze, mapa administracyjna nie uwzględnia, podobnie jak nie  
uwzględnia rzeźby terenu. Mapę tę wykorzystuje się w wypadku współ -  
pracy władz wojskowych z administracyjnymi władzami cywilnymi.

### Mapy samochodowe

Mapa samochodowa przedstawia sieć dróg samochodowych kraju uwypuklając: autostrady, szosy o nawierzchni ciężkiej /beton, klin - kier/ i średniej /bitum, kostka, bruk/, szerokości powyżej 5,5 m oraz szosy o nawierzchni lekkiej /tłuczeń i bitum lekki/ i drogi gruntowe. Wzdłuż szos liczbami czarnymi podaje się odległości między skrzyżowaniami i rozwidleniami szos, a liczbami czerwonymi odległości pomiędzy miastami. Mapa przedstawia także koleje oraz w sposób bardzo zgeneralizowany, lasy i hydrografię. Na marginesach mapy podaje się plany ważniejszych miast w skali około 1:100 000, podczas gdy całą mapę sporządza się w skali 1:750 000 i mniejszej. Mapa ta przeznaczona jest do wykorzystania przez sztaby ogólnowojskowe i sztaby rodzajów wojsk, jak również przez dowódców kolumn pancernych i zmechanizowanych.

### Mapy z nadrukiem zmian

Mapy i plany z nadrukiem zmian przeznaczone są do powiadamiania wojsk o zmianach jakie nastąpiły w terenie, w stosunku do treści posiadanej mapy podstawowej. Sporządza ją służba topograficzna w przypadku, gdy w terenie, w porównaniu z uprzednio wydanymi mapami, zaszły poważniejsze zmiany, mające wpływ na planowanie i prowadzenie działań bojowych, lub gdy istnieje konieczność szerokiego wykorzystania map wydanych przez obce państwo.

Jako podstawa do uzupełnienia treści map służą zdjęcia lotnicze, dane z rozpoznania terenu, mapy zdobyczne itp. Wszelkie zmiany nadrukowuje się na posiadane mapy i plany kolorem czerwonym lub fioletowym. Na marginesie mapy podaje się na podstawie jakich materiałów wprowadzono poprawki oraz zamieszcza się szkic zasięgu poprawionego obszaru.

### Mapy podkładowe

Mapa topograficzna /podstawowa/ przedstawia obraz terenu z zasady w czterech lub sześciu kolorach dość soczystych i kontrastowych tak, że wykreślenie na nią dodatkowych znaków umownych przy planowaniu działań bojowych, rozpoznania npla, terenu itp. pracach stwarza warunki, w których te nowo wykreślone znaki będą trudno czytelne i nie pozwolą na uwypuklenie tego co wykonawca zamierza pokazać na pierwszym planie.

Powstała więc konieczność opracowania specjalnej mapy przeznaczonej jako topograficzny podkład w celu wykreślenia nowych znaków topograficznych i taktycznych, stanowiących dla użytkownika główną potrzebną mu treść.

Mapy podkładowe wykonuje się najczęściej w postaci graficznej najprostszej i przeważnie w jednym kolorze jasnobrazowym lub stalowym oraz w różnych skalach /1:25 000 - 1:200 000/ w zależności od potrzeb i szczebla dowodzenia. Jako mapy podkładowe mogą być także wykorzystywane zwykłe mapy topograficzne, ale drukowane w słabych odcieniach kolorów.

Przystosowanie map topograficznych dla celów podkładowych polega na wykorzystaniu tylko części rysunku topograficznego przez odrysowanie jej na nowych mapach podkładowych, albo przez wykorzystanie pełnego obrazu, ale drukowanego w łagodnym kolorze. Jeżeli na przykład na mapę podkładową dodatkową treść wykreśla się w kolorze czerwonym i żółtym, to kolor podkładu powinien być przeciwny t.j. niebieski lub fioletowy i wówczas czytelność podkładu nie osłabi czytelności nowej treści i na odwrót. Reprodukacja map podkładowych nie jest zbyt skomplikowana, nie wymaga opracowania specjalnych czystorysów ani rozdzielania na kolory. Mapy podkładowe przeznaczone są z zasady do nanoszenia i wypuklania sytuacji taktycznej i operacyjnej przez sztaby na szczeblu od dywizji wzwyż oraz jako podkład topograficzny do opracowania innych map specjalnych oraz bojowych i operacyjnych dokumentów graficznych.

#### Mapy rubieży wodnych przeszkód terenowych i szkice odcinków rzek

Mapy rubieży wodnych przeznaczone są do zapoznania dowódców i sztabów z rubieżami i podejściami do nich przy organizacji ich forsowania lub obrony. Sporządza je służba topograficzna, wspólnie z wojskami inżynieryjnymi.

Mapy rubieży wodnych są to mapy topograficzne w skali 1:10 000 - 1:50 000 z nadrukiem dodatkowych danych o rubieżach wodnych i przepławach. Dla ogólnego zorientowania sztabów o charakterze przeszkód terenowych, mogą być także wydawane mapy rubieży wodnych w skalach 1:100 000 - 1:200 000. Przy opracowaniu tych map wykorzystuje się oprócz map topograficznych - opisy wojskowo-topograficzne, zdjęcia lotnicze i naziemne, materiały cywilne zarządów dróg wodnych oraz dane

wszelkich rodzajów rozpoznania.

Mapy rubieży wodnych zawierają dane usystematyzowane według odcinków rzeki /10-25 km/ dotyczące:

- o rzekach - szerokości, głębokości i szybkości prądu /w metrach na sekundę/, grubości pokrywy lodowej oraz okresów zamarzania i spływu kry;
- o mostach - konstrukcji /drewniany, kamienny, żelazo-betonowy oraz wysokowodny, pontonowy itp/, długości, szerokości i nośności;
- o brodach i miejscach dogodnych do przepraw - głębokości, długości, rodzaju dna /twarde, piaszczyste, grząskie, kamieniste/ i szybkości prądu;
- o brzegach - wysokości nad lustrem wody, stromości i dostępności w zależności od pory roku i pogody, istnienia plaż i pły - cizn w zależności od stanu wody oraz terenów łatwych do natychmiastowego zalania, zasięgu wylewów rzecznych w określonych miesiącach itp.

Na mapach przeszkód terenowych uwypukla się grunty nieprzejezdne i przejezdne po rozpoznaniu oraz miejsca dogodne do przeprawy czołgów po dnie.

W legendzie objaśnia się charakterystykę podejść do rzeki, punktów dominujących, po stronie własnej i nieprzyjaciela, oraz możliwości wykorzystania przepraw stałych i sprzętu miejscowego.

Nadruk powyższych danych wykonuje się kolorem czerwonym lub fioletowym. Szkice odcinków rzek przeznaczone są do zapoznania dowódców z charakterem rubieży wodnej na określonych odcinkach w celu ustalenia miejsc przeprawy i podejść do nich, organizowania i prowadzenia forsowania i obrony tych rubieży. Sporządza je służba topograficzna w skali 1:10 000 - 1:25 000 z wykorzystaniem wszelkich możliwych materiałów. Na szkicu zaznacza się rubież wodną, jej szerokość, głębokość, szybkość prądu, grunt dna, charakter i wysokość brzegów, zasięg terenów zatapiających przy wylewach, charakterystykę mostów, promów, brodów, budowli hydrotechnicznych, a także charakter dna doliny rzecznej /głębokość bagien, jezior, starorzeczy, gruntów/, sieć dróg, roślinność, osiedla w rejonie odcinka forsowania, głębokość rzeki w nurcie co 0,5-1 km. Szkic wydaje się w dwóch lub trzech kolorach; powierzchnia rzek, jezior i starorzeczy w błękitnym; strumienie, rowy, bagna i dane o rubieży wodnej - w niebieskim, pozostałe elementy - w szarym lub jasno-brązowym.

### Fotoplany i fotoszkice

Fotoplany i fotoszkice sporządza się t.zn. montuje i powiela w celu zaopatrzenia w nie wojsk, w wypadku gdy dla rejonu działań bojowych brak jest map w dużej skali lub jeżeli posiadane mapy w znacznym stopniu odbiegają od rzeczywistej sytuacji terenowej i nie mogą być uzupełnione poprawkami w wymaganym terminie.

Reprodukcje fotoplanów i fotoszkiców sporządza się z reguły w skali do 1:25 000 /w nielicznych wypadkach w mniejszej/ montując fotoszkice w dowolnych rozmiarach, a fotoplany - zgodnie z rozmiarami ramek arkuszy map w odpowiedniej skali. Na fotoplanach i fotoszkicach w ogólnie przyjętych znakach umownych, wypukła się podstawowe elementy terenu /drogi, zewnętrzne granice osiedli itp./ oraz opisuje nazwy osiedli, rzek, jezior, uroczysk, wylotów dróg i skałę, jak również wykreśla się siatkę współrzędnych, podziałkę liniową i tylko na fotoszkicach strzałkę Pn-Pd.

Dodatkowo na fotoszkice nanosi się odczytane obiekty taktyczne jak sprzęt bojowy, stanowiska ogniowe, stanowiska dowodzenia, punkty obserwacyjne, zapory inżynieryjne itp. Fotoszkice powiela się w zależności od nakładu - bądź na papierze fotograficznym, bądź metodą fotokopii lub rastru t.j. przyrządu składającego się ze szklanych płytek zaopatrzonych w gęstą siatkę linii rytych pionowo, poziomo i pod różnymi kątami w odstępach dziesiętnych części milimetra /do 80 linii na 1 cm/ i służącego do przenoszenia zdjęć fotograficznych na blachę drukarską w celu otrzymania odbitek półtonowych.

Szczególne usługi oddają fotoplany i fotoszkice miast, portów, rejonów umocnionych, węzłów kolejowych, lotnisk itp.

### Mapy przejezdności /dostępności/ terenu

Mapy przejezdności terenu opracowuje służba topograficzna, wspólnie ze sztabem ogólnowojskowym, sztabem wojsk inżynieryjnych oraz wojsk pancernych na określony pas lub rejon działania. Mapy te przeznaczone są do analizy i oceny terenu z punktu widzenia możliwości przejazdów czołgów, samochodów ciężarowych i sprzętu bojowego oraz prac inżynieryjnych zarówno po stronie npla jak i po stronie wojsk własnych.

Podstawą do opracowania takiej mapy jest mapa topograficzna w skali 1:50 000 - 1:200 000, na którą nadrukowuje się dane o wszystkich trudnych i niemożliwych do przejazdu wycinkach terenu z oznaczeniem na nich dróg i kierunków, wzdłuż których możliwy jest ruch wozów bojowych i pojazdów mechanicznych. Mapa przejezdności zawierać powinna następujące dane o podstawowych elementach terenu i jego inżynierskiej rozbudowie:

- o drogach - rodzaj nawierzchni, odcinki zniszczone i trudne do przejazdu, objazdy, ciałniny, nasypy i wykopy z ich wysokością lub głębokością, mosty z ich stanem utrzymania, długością, szerokością i nośnością;
- o rzeźbie terenu - dominujące wzniesienia z zasięgiem widoczności z nich, strome zbocza /ponad 10°/, urwiska, wąwozy itd.;
- o hydrografii - charakterystyka koryt rzek, ich brzegów i obszarów zalewowych, bagien, jezior, trudnych do przejścia strumieni, istnienie brodów, przepraw, tam, zapór, grobli itp.;
- w osiedlach - ulice przelotowe pozwalające na ruch czołgów i samochodów ciężarowych, zburzone bloki domów i ich objazdy, charakterystyczne punkty orientacyjne, sady, skwery i parki;
- o lasach - odcinki niemożliwe i trudne do przejścia, rodzaj lasu, gęstość pokrycia, średnia wysokość i grubość drzew, poręby i szerokość przesiek;
- o inżynierskiej rozbudowie terenu - wszystkie rozpoznane zapory, przejścia przez nie, rowy, schrony bojowe i stanowiska ogniowe.

Na marginesie mapy, lub jej odwrocie umieszcza się legendę zawierającą dodatkowe dane charakteryzujące dostępność terenu, stan i spoistość gruntów w zależności od pory roku i pogody, możliwości prowadzenia obserwacji i możliwości zaopatrywania w materiały budowlane oraz objaśnienia użytych znaków umownych.

Specjalną treść mapy nadrukowuje się kolorem czerwonym lub fioletowym /odnośnie terenu/ i niebieskim /odnośnie npla/.

### Mapy /szkice/ rozpoznania

Mapy i szkice rozpoznania umożliwiają zapoznanie dowódców i sztabów z systemem obrony i ugrupowaniem wojsk nieprzyjaciela według danych z rozpoznania lotniczego i innych rodzajów rozpoznania. Szkice te opracowuje sztab związku taktycznego lub operacyjnego, zaznaczając na nich:

- ugrupowanie bojowe wojsk nieprzyjaciela z podaniem wykrytej numeracji związków taktycznych, jednostek i pododdziałów;
- transzeje, budowle obronne, zapory, punkty i węzły oporu;
- stanowiska startowe i punkty elaboracji rakiet;
- stanowiska ogniowe ckm i wkm;
- stanowiska ogniowe baterii artylerii i moździerzy, pojedynczych dział ppanc i artylerii plot;
- położenie czołgów, transporterów i samochodów;
- stację radarową i naprowadzenia dział oraz stacje i posterunki pomiarów dźwiękowych;
- położenie stanowisk dowodzenia, punktów obserwacyjnych i węzłów łączności;
- wszelkie inne obiekty mające znaczenie w danej sytuacji bojowej.

Szkice rozpoznania sporządza się na planach i mapach topograficznych lub podkładowych, na kalkach z naniesioną siatką współrzędnych, jak również na fotoszkicach i fotoplanach. W tym ostatnim wypadku noszą one nazwę fotoszkiców rozpoznania.

Wszystkie uzyskane z rozpoznania dane o nieprzyjacielu nadrukowuje się na mapy kolorem niebieskim. W niektórych wypadkach dane z rozpoznania naziemnego nadrukowuje się kolorem brązowym.

Szkice rozpoznania powiela się przy małym nakładzie metodą fotoreprodukcji, przy dużym zaś - drukiem rastowym lub fototypią.

Szkice rozpoznania węzłów obrony nieprzyjaciela przeznaczone są dla sztabów związków taktycznych i jednostek oraz dla dowódców pododdziałów prowadzących walkę. Sporządza je sztab ogólnowojskowy na podstawie danych wszelkich środków i rodzajów rozpoznania, a powiela służba topograficzna. Jako podkład topograficzny do opracowania szkiców rozpoznania węzłów obrony służą najczęściej plany i mapy podkładowe lub ich powiększenia w skali 1:5000 - 1:25 000, na które nadrukowuje się dane o strukturze nieprzyjaciela. Bateria artylerii i moździerzy

rzy, trwałe budowle ogniowe, rowy przeciwczołgowe, zapory itp. przed -  
stawia się bez generalizacji t.j. każdy obiekt osobno.

#### Mapy /szkice/ punktów orientacyjnych

Mapy i szkice punktów orientacyjnych, posiadające zakodowane nazwy obiektów terenowych i punktów orientacyjnych, wykorzystywane są przy dowodzeniu wojskami, organizowaniu współdziałania i wskazywaniu celów. Mapami tymi posługują się sztaby związków taktycznych i jednostek oraz dowódcy pododdziałów. Mapy te wydaje się na podkładzie map lub powiększeń mapy w skali 1:25 000 - 1:100 000. Znaki umowne i oznaczenia przedmiotów terenowych i punktów orientacyjnych /lasów, grup drzew, wzniesień itp./ podawane są słownie lub cyframi. Nadruk umownych nazw tych przedmiotów na mapy wykonuje zazwyczaj się kolorem czerwonym lub fioletowym.

#### Mapy geologiczne

Wojskowe mapy geologiczne uzupełniają mapy podstawowe swoją specjalistyczną treścią, a także mają zasadnicze znaczenie przy przygotowaniu i prowadzeniu działań bojowych jak i planowaniu prac wojskowo-inżynierskich.

Konieczność posiadania map wojskowo-geologicznych stała się oczywista jeszcze w czasie I wojny światowej, jako logiczny skutek rozwoju techniki wojennej i sposobów prowadzenia wojny.

Od 1915 r. we wszystkich armiach, a szczególnie armiach frontów zachodnio-europejskich rozpoczęte zostały prace geologów mające na celu stworzenie map geologicznych, które ułatwiłyby wojsku rozwiązywanie stojących przed nim zadań. Przed drugą wojną światową w ZSRR sporządzone zostały mapy wojskowo-geologiczne obszaru byłej granicy zachodniej w skali 1:50 000. Każdy arkusz tej mapy składał się z dwóch tablic: tablicę pierwszą stanowiła mapa wojskowo-geologiczna, oparta na podziale litograficznym t.j. wg składu mineralnego /np. piaski, żwiry, utwory piaszczysto-gliniaste itd./, druga zaś tablica zawierała profile, tabelkę składu i właściwości geotechnicznych poszczególnych utworów oraz mapę gleb /1:100 000/ i mapę leśną /1:200 000/.

W latach 1942-44 w związku z przygotowaniem inwazji, geologowie angielscy opracowali szczegółowe mapy geotechniczne całego pasa wybrzeża północnej Francji. Mapy te miały różne przeznaczenie i różne skale i obejmowały nie tylko ląd i plaże, lecz również strefę przy -

brzeżną odsłanianą w czasie odpływu morza.

W świetle wymagań współczesnego pola walki mapa wojskowo-geologiczna powinna dawać odpowiedź geologom wojskowym oraz oficerom sztabów i wojsk na następujące pytania:

- 1/ Jakie są warunki drożni w danym terenie w zależności od pory roku i pogody ?
- 2/ Jakie są warunki robót ziemnych - na  $\mp$  i pod powierzchnią do głębokości kilku, kilkunastu lub nawet kilkudziesięciu metrów ?
- 3/ Jakie są warunki hydrograficzne i hydrogeologiczne t.j. sieć rzeczna, studnie, źródła, ich wydajność, głębokość wód gruntowych, ilość horyzontów wody, jakość wód, możliwość zabagnienia, zalewów i osuszania itd. ?
- 4/ Gdzie w danym rejonie znajdują się złoża mineralne materiałów budowlanych i gdzie należy ich szukać ?

Mapa wojskowo-geologiczna powinna dawać odpowiedzi na powyższe pytania w sposób jasny, jednoznaczny i wyczerpujący, nawet oficerom nie mającym specjalnego przygotowania geologicznego, powinna więc być bojowym lub operacyjnym dokumentem graficznym zawierającym wojskową charakterystykę warunków geologicznych danego rejonu, lub rubieży, a w szczególności warunków drożni, robót ziemnych, warunków wodnych oraz materiałów budowlanych. W zależności od przeznaczenia, mapy wojskowo-geologiczne mogą być sporządzone w różnych skalach i mogą zawierać całkowitą charakterystykę wszystkich warunków geologicznych, jako mapy kompleksowe lub charakterystykę poszczególnych danych, jako mapy szczegółowe drożni, zaopatrzenia w wodę, gleb itp.

#### Mapy plastyczne i anaglifowe

W celu umożliwienia szybszego, pełniejszego i dokładniejszego studiowania i oceny terenu przez dów i sztaby, szczególnie na wyższych szczeblach dowodzenia, wykonuje się, na podstawie map topograficznych, mapy plastyczne, przeważnie na cały obszar działania lub na poszczególne rejony i rubieże, w skalach 1:25 000 - 1:200 000 przy stosunku skali poziomej do skali pionowej: dla terenów równinnych 1:25 - 1:10, pagórkowatych 1:10 - 1:5 i górskich 1:5 - 1:2 a nawet 1:1. Mapy plastyczne można wykonać z tektury, gipsu lub mas plastycznych.

Wykonanie z tektury odbywa się w następujący sposób:

- z mapy topograficznej odkalkowuje się kolejne wszystkie warstwy, poczynając od najniższej, na tekturę o grubości zależnej od skali pionowej, a następnie wycina się warstwy tektury odpowiadające kształtom danej warstwy i nakleja na dyktę, dokładnie w miejscu ich położenia na mapie;
- naklejając kolejne warstwy otrzymuje się plastyczną makietę terenu, którego stoki w postaci schodków zapełnia się masą składającą się z kredy, kleju stolarskiego i rozgotowanej masy papierowej;
- po wygładzeniu szpachlą krawędzi stoków zgodnie z rysunkiem na mapie powleka się otrzymany model klejem stolarskim i nakleja zwilżony arkusz mapy danego terenu dopasowując wzniesienia i wgłębienia;
- po wyschnięciu powstałej w ten sposób mapy plastycznej powleka się ją w razie konieczności lakierem bezbarwnym w celu ochrony przed wpływem wilgoci i kurzu, a następnie uwypukla się na niej lasy, osiedla itp.

Sposób wykonania map plastycznych z gipsu polega na mechanicznej obróbce bloku gipsowego i stosowany jest do sporządzenia map topograficznych posiadających rzeźbę terenu przedstawioną w sposób kombinowany tj. za pomocą warstw i cieni. Takie mapy sporządza się oczywiście tylko dla terenów górskich np. we Włoszech, Szwajcarii itp.

Do produkcji modeli gipsowych używa się specjalnie skonstruowanych obrabiarki składające się z platformy ruchomej, blatu i wiertarki pionowej oraz kompletu wiertek o różnych średnicach /1,2,3 i 5 mm/. Blok gipsowy modeluje się także kolejnymi warstwami odpowiadającymi kształtem warstwicom danej mapy topograficznej, lecz zaczynając od warstw najwyższych. W wypadku drobnych zagłębień danej warstwy zmienia się średnicę wiertła. Gipsowy model daje się łatwo wyrównać na schodkowych zboczach świeżą masą gipsową. Dalsze wykorzystanie modelu polega na sfotografowaniu go przy specjalnym oświetleniu i wówczas otrzymane zdjęcie fotograficzne służy jako materiał pomocniczy do sporządzenia cieniowanej mapy topograficznej, bądź też do oklejania go mapą topograficzną w celu uzyskania mapy plastycznej danego rejonu, takiej samej z wyglądu jak mapa plastyczna wykonana z tektury.

Najnowsze metody wykonywania map plastycznych polegają na wykorzystaniu mas plastycznych, modeli gipsowych lub z folii aluminiowej, oraz negatywów.

Z odpowiednio wykończonego modelu sporządza się negatyw, na którym umieszcza się gotową mapę, drukowaną nawet w kilku kolorach na masie plastycznej /poliwinylowej/, która pod dużym ciśnieniem i przy ogrzaniu do temperatury ok.  $60^{\circ}$ , mięknie i szczelnie przylega do negatywu uzyskując dokładnie jego kształt. Następnie po oziębieniu lecz bez zmiany ciśnienia masa plastyczna zachowa nadany kształt w postaci mapy plastycznej, którą się odpowiednio umacnia i oprawia. Nowością tu jak widać, jest tylko zastosowanie masy plastycznej zamiast namoczonej papierowej masy, co stwarza warunki do sporządzenia danego arkusza mapy plastycznej w skali masowej.

Mapy anaglifowe. Pod pojęciem anaglifów lub map anaglifowych /z greckiego ana - w górę, glyphein - rzeźbię/ należy rozumieć specjalny typ fotografii lub map dwukolorowych /czerwono - niebieskich/ o rysunku przesuniętym paralaktycznie, które oglądane przez okulary - filtry /czerwono-niebieskie/ dają złudzenie plastyki. Anaglify opierają się na zasadzie widzenia dwuocznego, w którym na skutek rozstawienia obu oczu /około 65 mm/ otrzymujemy w każdym z nich nieco odmienne obrazy; obrazy te odpowiednio zespolone w ludzkim mózgu dają w rezultacie efekt plastycznego widzenia. Anaglify sporządza się na podstawie zdjęć lotniczych lub fotografii plastycznego modelu terenu.

W przypadku zdjęć lotniczych bierze się dwa kolejne zdjęcia z jednego szeregu nakrywające się w około 60%, a wykonane w pozycjach samolotu na odległości stanowiącej bazę stereoskopowego widzenia. Z tych zdjęć robi się nowe fotografie rejonu pokrywającego się. dla każdego zdjęcia oddzielnie i z jednej robi się odbitkę czerwoną, a z drugiej niebieską. Odbitki te przenosi się na matryce i drukuje w dwu w/w kolorach przesuniętych pomiędzy sobą o wartość paralaksy.

Mapę anaglifową z modelu plastycznego wykonuje się podobnie biorąc zamiast zdjęć lotniczych, zdjęcia fotograficzne modelu plastycznego rzeźby terenu, ustalając uprzednio bazę zdjęć zgodnie z zasadą stereoskopowego widzenia. /Duża baza daje głęboką plastykę, mała baza da anaglif przestrzennie płytki/.

Zaletą tego sposobu jest szybkość sporządzenia mapy anaglifowej i dowolność jej wymiarów jednak mimo tych zalet mapy anaglifowe nie znajdują w wojskach zbyt szerokiego zastosowania, jako zastępcze zamiast map plastycznych.

### Mapy sieci geodezyjnej

Mapy sieci geodezyjnej są to mapy specjalne, przeznaczone dla artylerii i wykorzystuje się je w zastępstwie katalogów współrzędnych sieci punktów geodezyjnych, lub też jako ich uzupełnienie, przy rozwijaniu i zagęszczaniu sieci geodezyjnych dla dowiązania elementów ugrupowania bojowego wojsk raketowych, artylerii i środków radiotechnicznych.

Jako podstawę do wykonania mapy artyleryjskiej wykorzystuje się mapy topograficzne w skali 1:25 000 - 1:100 000, na których uwypukla się w kolorze czerwonym lub fioletowym wszystkie punkty sieci geodezyjnej i fotogrametrycznej, jak również linie jednako - wych wartości poprawek zboczenia magnetycznego co 5 lub 10 tysięcznych.

Na obszarach, gdzie gęstość punktów geodezyjnych wynosi mniej niż 1 punkt na 10 km kwadratowych, na mapie tej uwypukla się dodatkowo wyraźnie punkty terenowe i orientacyjne /tzw. punkty konturowe/ jak wieże, kościoły, skrzyżowania dróg, charakterystyczne występy konturów lasów itp., które mogą być wykorzystane w zastępstwie punktów geodezyjnych. Istnienie tych punktów sprawdza się uprzednio na podstawie zdjęć lotniczych.

Wykaz współrzędnych punktów geodezyjnych, jak również współrzędnych punktów konturowych /określonych na podstawie mapy lub katalogu współrzędnych/ oraz wysokości bezwzględnych /szczególnie w terenach górzystych/ nadrukowuje się na marginesie lub odwrocie mapy.

W wykazie współrzędnych punktów sieci geodezyjnej podaje się numer katalogowy punktu, nazwę lub numer punktu, rodzaj triangulacji lub rząd, wartości współrzędnych prostokątnych /z dokładnością 0,5 m/ i wysokość nad poziomem morza /z dokładnością 0,1 m/ oraz wartości azymitów topograficznych i odległości na sąsiednie punkty ze wskazaniem, na który punkt. Podaje się także sposób zastabilizowania punktów w terenie. W wykazie współrzędnych punktów konturowych podaje się tylko numery punktów i współrzędne prostokątne oraz w uwagach

sposób w jaki określono współrzędne, wielkość przypuszczalnego błędu i stopień aktualności danych.

### Mapy celów artyleryjskich

Mapa celów artyleryjskich jest to mapa zwykła lub podkładowa, na którą znakami topograficznymi naniesiono obiekty mogące być celami rakietowymi i artyleryjskimi /głównie elementy ugrupowania bojowego npla/, zaznaczając specjalnymi symbolami przy pomocy jakich środków rozpoznania dany cel wykryto. Wszystkie cele są ponumerowane i na marginesie lub odwrocie mapy podaje się numer celu, jego nazwę i współrzędne prostokątne oraz wysokość celu ponad poziomem morza. W legendzie opisuje się stan aktualności danych, bliższą charakterystykę obrony nieprzyjaciela lub jej niektórych elementów, stan obsadzenia umocnień przez wojska, itp. Mapa celów artyleryjskich znacznie ułatwia planowanie i prowadzenie ognia.

### Mapy lotnicze

Mapy lotnicze wykonywane są w różnych skalach w zależności od zasięgu lotnictwa dla jakiego są przeznaczone. Lotnictwo myśliwskie i bombowe bliskiego zasięgu zaopatruje się w mapy 1:200 000 i 1:500 000, zaś lotnictwo dalekiego zasięgu w mapy 1:1000 000 i mniejsze. Mapy wydania lotniczego charakteryzują się większym stopniem generalizacji oraz większą soczystością barwy niebieskiej /rzeki, jeziora/ i zielonej /masywy leśne/, z tego względu, że te właśnie obiekty oraz większe osiedla i miasta wykorzystywane są podczas lotu dla ustalenia położenia samolotu i nawigacji.

Poza tym mapy lotnicze zawierają specjalne znaki lotnicze: lotnisk i lądowisk, radiostacji, latarni lotniczych i morskich, bram wlotowych, stref zakazanych itp.

Sztaby wojsk lotniczych wykorzystują także mapy szczegółowe i fotoplany rejonów bombardowania i rejonów przewidzianych dla rozbudowy lotnisk i lądowisk.

### Mapy morskie

Współczesna nawigacja morska nie mogłaby istnieć bez map specjalnych, których budowa jest ściśle dostosowana do potrzeb żeglugowo-morskich.

Na wielkich obszarach morskich wytyczenie dróg w taki sposób jak na lądzie jest niemożliwe. Każdy nawigator określa drogę dla swego okrętu

oraz często sprawdza, za pomocą licznych obserwacji i obliczeń, czy istotnie okręt jego płynie zamierzonym kursem. W nawigacji wykorzystuje się mapy skonstruowane w specjalnych odwzorowaniach kartograficznych tj. w odwzorowaniu wiernokątnym, walcowym /Merkatora/, dla obszarów nie przekraczających około 72 stopni szerokości geograficznej oraz w odwzorowaniu gnomonicznym dla obszarów arktycznych i antarktycznych /podbiegunowych/.

Mapy nawigacyjne podają szczegółowe informacje o morzu, a więc o głębokościach, rodzaju dna, kierunku i szybkości prądów oraz o wszelkich niebezpieczeństwach nawigacyjnych i obiektach widocznych z morza. Biuro Hydrograficzne Marynarki Wojennej w zależności od zakresu użytkowania, przyjmuje następujący podział map morskich:

- mapy informacyjne w skali 1:2000 000 i mniejszej służące dla ogólnej orientacji;
- mapy generalne w skali 1:2000 000 - 1:800000, przedstawiające wielkie obszary wodne i służące do przybliżonego ustalenia kierunku podróży;
- mapy drogowe w skali 1:800 000 - 1:300 000 służące do prowadzenia nawigacji na otwartych obszarach wodnych;
- mapy brzegowe w skali 1:300 000 - 1:25 000, szczegółowe, służące do prowadzenia dokładnej nawigacji na wodach przybrzeżnych;
- plany w skali 1:25 000 i większej odtwarzające bardzo szczegółowo, małe obszary jak port, reda itp.

Ponadto w nawigacji wykorzystuje się mapy wiatrów, prądów dna morskich itp.

x

x

x

Poza wyżej omówionymi, wojskowa służba topograficzna sporządza cały szereg map specjalnych i bojowych dokumentów graficznych w zależności od potrzeb.

#### Tekstowe i opisowe dokumenty topograficzne

Mapy, szkice i bojowe dokumenty graficzne nie mogą przekazać do wódcom i sztabom wszystkich wiadomości o terenie potrzebnych do przygotowania i prowadzenia działań bojowych. Dlatego też wojskowa służba topograficzna opracowuje i wydaje szereg dokumentów tekstowych i opisowych.

Najważniejsze z nich to:

- katalog współrzędnych punktów sieci geodezyjnej;
- wykaz współrzędnych punktów sieci geodezyjnej;
- opis wojskowo-topograficzny;
- notatka o terenie.

Katalogi współrzędnych punktów sieci geodezyjnej opracowywane są w czasie pokoju i wydawane w postaci obszernych wydawnictw książkowych, zawierających wszelkie dane liczbowe odnośnie punktów podstawowych sieci geodezyjnej, niwelacyjnej i poligonizacyjnej.

Wykazy współrzędnych punktów sieci geodezyjnej sporządza w miarę potrzeb wojskowa służba topograficzna w zastępstwie katalogów bądź też jako ich uzupełnienie. Są one przeznaczone do wykorzystania przez związki i oddziały wojsk rakietowych artylerii i wojsk radiotechnicznych.

Katalogi i wykazy zawierają następujące dane o punktach sieci geodezyjnej:

- liczba porządkowa, nazwa, rząd i rodzaj oraz rok określenia;
- współrzędne geograficzne i prostokątne;
- azymuty topograficzne i długości boków triangulacji /na sąsiednie punkty/;
- wysokości bezwzględne;
- zboczenia magnetyczne.

Współrzędne podaje się przy tym w zaokrągleniu do 0,1 m, azymuty do 0,1 minuty, a wysokości do 1 m.

Współrzędne w wykazach zestawia się wg arkuszy map w skali 1:50 000. Do wykazu dołącza się mapę w skali 1:50 000 lub 1:100 000, na którą znakami umownymi nadrukowuje się punkty geodezyjne i nadane im numery.

Opis wojskowo - topograficzny jest uzupełnieniem mapy, przeznaczonym do zapoznania sztabów z rejonami przyszłych działań bojowych, jak również do wykorzystania w czasie sporządzania notatek o terenie, notatek wojskowo-geograficznych, map specjalnych i bojowych dokumentów graficznych. Opisy wojskowo-topograficzne sporządza się w czasie wykonywania zdjęć i unacześnienia map, a wydaje dla poszczególnych rejonów wg arkuszy map 1:200 000. Jako materiały do sporządzenia opisów służą mapy topograficzne i specjalne, zdjęcia lotnicze, wydawnictwa resortowe oraz dane z rozpoznania topograficznego. W opisy wojskowo-topografi-

czne zaopatruje się sztaby związków taktycznych i operacyjnych.

Notatkę o terenie/ opis wojskowo-topograficzny pasa działania, rejonu, rubieży/ sporządza się w zależności od konkretnej sytuacji taktycznej lub operacyjnej celem dostarczenia dowódcom i sztabom ogólnych danych w terenie oraz szczegółowych danych o kierunkach, rejonach i rubieżach wskazanych przez dowódcę. Notatka o terenie zawiera przede wszystkim charakterystykę wszystkich istotnych elementów i cech terenu z uwzględnieniem ich wpływu i możliwości wykorzystania przy wykonywaniu zadań bojowych wojsk.

Notatkę o terenie opracowuje się w ściśle określonym terminie, z zasady na podstawie wytycznych szefa sztabu związku taktycznego lub operacyjnego. Jest ona szerokim uzupełnieniem map topograficznych i zawiera dane, których nie można ująć na mapie.

W szczególności notatka o terenie obejmuje następujące zagadnienia:

- topograficzna charakterystyka terenu wg poszczególnych kierunków, rubieży i obiektów;
- zmiany jakie zaszły w terenie w porównaniu z mapą;
- ocena terenu pod względem właściwości taktycznej, warunków dostępności, widoczności, obserwacji i ostrzału, maskowania, manewru i orientacji;
- wnioski taktyczne i operacyjne.

Notatkę o terenie sporządza się na podstawie danych z rozpoznania, porównania mapy z terenem i zdjęciami lotniczymi, map specjalnych, opisów wojskowo-geograficznych i topograficznych oraz wiadomości o terenie, uzyskanych przez wszystkie rodzaje i środki rozpoznania.

x

x

x

Poza omówionymi dokumentami topograficznymi istnieje wiele innych, które sporządza się w zależności od potrzeb i możliwości oraz w powiązaniu z konkretną sytuacją bojową walczących wojsk. Innych map specjalnych wymagają wojska działające w warunkach normalnych, innych zaś działając w warunkach szczególnych, jak: w terenie lesisto-bagnistym, górzystym, w miastach i rejonach umocnionych, w obronie wybrzeża morskiego, w operacjach morsko - i powietrzno-desantowych itp. Inne mapy specjalne potrzebne są na szczeblu dywizji, inne na szczeblu frontu, inne wojskom lądowym, inne powietrznym i marynarce wojennej. Rodzaj przeto mapy specjalnej zależy głównie od jej przeznaczenia. Zadaniem sztabów ogólnowojskowych i sztabów rodzajów wojsk, a szczególnie służby topograficznej jest zdobywanie i analizowanie wszelkich materiałów, na podstawie których można następnie opracowywać mapy i inne dokumenty, które na pewno pomogą dowódcom i sztabom w rozwiązywaniu stojących przed nimi zadań bojowych.

Wyk. w 300 egz.

Egz. nr 1-300-bibl.jawna

Wyk. płk Dąbrowski

Druk JD, dn. 20.8.69 r.

nr ks. 2138/2226/WW.

Kor. A.J.

Druk ASG-CW-OKV-4208

687

