

BIBLIOTEKA **5**
SŁUŻBY GEOGRAFICZNEJ

PIETKIEWICZ

**O SPOSOBACH
PRZEDSTAWIANIA
TERENU NA MAPACH**



**LES MÉTHODES DU
FIGURÉ DU RELIEF
SUR LES CARTES
(VOIR RÉSUMÉ FRANÇAIS)**

BIBLIOTEKA SŁUŻBY GEOGRAFICZNEJ wychodzi staraniem i sumptem Sekcji Geograficznej Towarzystwa Wiedzy Wojskowej w Warszawie, pod redakcją Majora Jerzego Lewakowskiego, ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■ ■

WYDAJE prace, wchodzące w zakres: Geografji, Geologii, Grafiki, Fotogrametriji, Kartografji, Terenoznawstwa, Topografji, Triangulacji, traktowane ze stanowiska potrzeb wojskowej służby geograficznej, lub ogółu wojska.

DOTĄD WYDANE
„ŻÓŁTE KSIĄŻKI Z TRZEMA TRÓJKĄTAMI“:

1. TOPOGRAFJA — KREUTZINGER
2. SŁUŻBA GEOGRAFICZNA ARMJI — LEVY
3. PODRĘCZNIK TRIANGULACJI — HODGSON
4. POMIARY WOJENNE — BOELCKE
5. O SPOSOBACH PRZEDSTAWIANIA TERENU NA MAPACH — PIETKIEWICZ

DO NABYCIA w Księgarni Wojskowej ul. Nowy Świat 69 i w Samopomocy Inwalidzkiej ul. Sienkiewicza 2, lub w Sekcji Geograficznej Towarzystwa Wiedzy Wojskowej, ul. Wilcza 64.

III

BIBLIOTEKA
JURY
GEOGRAFICZNEJ

1905

WYDZIAŁ
PRZEDSTAWIANIA
TERENU NA MAPACH

WYDAWCA

WYDZIAŁ
GEOGRAFICZNEJ
WYDZIAŁ

O SPOSOBACH
PRZEDSTAWIANIA
TERENU NA MAPACH

**BIBLIOTEKA
SEWŻBY
GEOGRAFICZNEJ**

TOM 5

**O SPOSOBACH
PRZEDSTAWIANIA
TERENU NA MAPACH**

PIETKIEWICZ

**NAKŁADEM
SEKCJI GEOGRAFICZNEJ
TOWARZYSTWA WIEDZY
WOJSKOWEJ**

STANISŁAW PIETKIEWICZ

**O SPOSOBACH
PRZEDSTAWIANIA
TERENU NA MAPACH**

**LES MÉTHODES DU
FIGURÉ DU RELIEF
SUR LES CARTES**



**WARSZAWA
GŁÓWNA DRUKARNIA WOJSKOWA
1 9 3 0**

VI

STANISLAV PETRICKI

TERENU NA MAPACH
PREZEDSTAWIANIA
O 2 P O 2 O B A C H

LES METHOODS AND
PLANS ON WATER
FOR ALL COUNTRIES

V



WILEY
NEW YORK

REDAKCYNA

SŁOWO WSTĘPNE

Praca niniejsza powstała na skutek konkursu, ogłoszonego w roku 1926 przez Sekcję Geograficzną Towarzystwa Wiedzy Wojskowej. Zapoznawszy się wówczas z próbami przeprowadzonymi w Wydziale kartograficznym Wojskowego Instytutu Geograficznego w celu ustalenia typu polskich map 1:25 000, 1:100 000 i 1:300 000, oraz przestudjowawszy dostępną mi literaturę, napisałem krótką notatkę, która została w kwietniu roku 1927 odznaczona drugą nagrodą przez komisję oceny prac konkursowych. W tymże czasie, przy okazji opracowywania pierwszych karpaccich arkuszy map 1:100 000 i 1:300 000, Wojskowy Instytut Geograficzny podjął nowy szereg doświadczeń, w których danera mi było wziąć osobisty udział; wreszcie w r. 1928 miałem możność zapoznać się z pracami zakładów kartograficznych prof. Romera, kartografii brytyjskiej oraz częściowo szwajcarskiej. W ten sposób powiększony materiał wymagał dłuższego opracowania, które zakończyłem w r. b. w Paryżu. Pragnąłem dać czytelnikowi krótki obraz rozwoju i ostatnich wyników tego działu kartografii, który w ostatnich czasach przeobraził się, jakby w odrębną dyscyplinę naukową, i dla którego H a m m e r (ob. 42) zaproponował odrębną nazwę „morfografii”; dział ten, aczkolwiek znany już oddawna czytelnikom polskim zarówno z podręczników elementarnych, jak i z poważnych rozpraw naukowych, nie był jeszcze u nas rozważany w specjalnem zastosowaniu do map topograficznych; toteż mam nadzieję, że niniejsze jego opracowanie przyniesie może pewien pożytek.

Pierwsza część mojej pracy zawiera krótką historję sposobów przedstawiania terenu, ograniczoną do dziejów kartografii nowożytnej; w części drugiej opisałem spory i dyskusje, prowadzone w tej dziedzinie już od początku XIX w.; w trzeciej i czwartej staram się wyłożyć pokrótce naukowe podstawy nowoczesnego traktowania tej dyscypliny, w piątej wreszcie przedstawiam rezultaty swych prób praktycznego jej zastosowania.

Literaturę uwzględniłem w zasadzie do roku 1928. Starąłem się nie pominąć żadnej pracy, mającej istotne znaczenie; znakomitą pomocą była mi tu przedewszystkiem monumentalna „Nauka o Mapie” E c k e r t a (26) bez której nie obejdzie się dzisiaj nikt pracujący w tej dziedzinie, a następnie prace F. B e c k e r a, generała B e r t h a u t, H. H a a c k a, K. P e u c k e r a i prof. R o m e r a. Drobne notatki i polemikę uwzględniłem, o ile miały one bezpośredni związek z tekstem pracy.

Trudnem do rozwiązana zagadnieniem jest nieustalona polska terminologia kartograficzna. Wszystkie główne pojęcia morfograficzne mają u nas podwójne nazwy: cecha i kota, warstwica i poziomica, kreska i szrafa. Ponieważ dotąd nie istnieją obowiązujące wszystkich decyzje w tej mierze, starałem się używać tych nazw, które się bardziej utarły, specjalnie w polskiej kartografii państwowej.

Poczuwam się na tem miejscu do wyrażenia wdzięczności przedewszystkiem pp. Szefowi Wojskowego Instytutu Geograficznego płk. K r e u t z i n g e r o w i oraz Szefowi Wydziału kartograficznego ppłk. S z a j e w s k i e m u, którzy umożliwili mi przeprowadzenie szeregu prób w zakładach reprodukcyjnych Instytutu; kierownikowi tych zakładów kpt. L e j m a n o w i oraz kartografom pp. D w o r z a k o w i i S c h r e i n e r o w i, którzy w tych próbach brali udział oraz nie skąpili mi swych uwag i wskazówek; bibliotekarzowi Paryskiego Towarzystwa Geograficznego p. R e i z l e r o w i oraz jego pomocnikowi p. L o u d i n, którzy ułatwili mi wykorzystanie bogatych zbiorów kartograficznych Towarzystwa; wreszcie kierownikowi Zakładów graficznych „Orell-Füssli” p. S i m e o n o w i oraz w szczególności p. profesorowi E. I m h o f o w i z Zurychu, którego zapatrywania i liczne udzielone mi wskazówki stworzyły linię wytyczną dla niniejszej pracy.

I.

Zagadnienie oznaczania terenu na mapach jest tak stare, jak mapy same: sięga ono odległej starożytności klasycznej. Jednak w tych dawnych czasach znajdowało się ono w zaczątkowym stadium rozwoju i nie obejmowało tego szerokiego zakresu, co później: na schematycznych, bardzo ogólnikowych mapach ówczesnych chodziło tylko o zaznaczenie wielkich łańcuchów i grup górskich, rzucających się w oczy swą wysokością i stanowiących bardzo znaczną przeszkodę komunikacyjną. Sposób oznaczenia tych gór na mapie był jaknajbardziej prymitywny, taksamo zresztą, jak i oznaczenia innych przedmiotów: były to nieudolne rysunki perspektywiczne, przedstawiające góry, jako szeregi kopczyków lub skib, albo też mniej lub więcej fantastyczne profile łańcuchów. Formy te powtarzają się ciągle w mapach średniowiecza, które aż do XV wieku nie wykazują prawie żadnego postępu. Dopiero wielkie podróże epoki Odrodzenia, wynalazek druku, a szczególnie miedziorytu, pobudziły kartografów do ulepszenia jak sposobów konstrukcji mapy, tak i jej strony rysunkowej. Schematyczne piły i kopczyki znikają, rysunki gór zaczynają bardziej odpowiadać wymaganiom perspektywy, a na niektórych mapach, jak np. na drukowanej w Krakowie w roku 1512 mapie świata Jana ze Stobnicy, widzimy nawet góry przedstawione w rzucie poziomym i wycieniowane. (por. 26, 62). Takie jednak oznaczenie spotykamy na kilku zaledwie mapach owej epoki: nie znamionuje ono jeszcze istotnego dążenia do stosowania w rysunku gór naukowej ścisłości. Aż do połowy XVIII wieku, pomimo zastosowania przy zdjęciach metody stolikowej i coraz ściślejszego rysunku sytuacji, góry ciągle jeszcze oznaczane są rysunkiem perspektywnym; takimi są one i na wszystkich dawnych mapach Polski, jak Beauplana, Zannoniego i in.

Wycinek z tej ostatniej mapy (153), przedstawiający karpacką część województwa Krakowskiego, widzimy na rys. 1. — Jest to mapa dość szczegółowa, jak na skalę 1:700 000; cechuje ją delikatny i wysoce artystyczny rysunek francusko-włoskiej szkoły kartograficznej, która w owym czasie nie miała sobie równych^{*)}. Góry przedstawione są z lotu ptaka, widziane pod kątem jakichś 20° — 30° do poziomu; nieraz bliższe z nich zasłaniają nam dalej leżące; pada na nie silne światło z lewej strony, dzięki któremu wschodnie zbocza pogrążone są w cieniu. W środku obrazu widzimy grupę Tatr, bardzo wyraźnie, jak i w rzeczywistości, odcinającą się od otoczenia; dalej na północ taksamo, może zbyt przesadnie, uwidoczniona została Ba-

^{*)} Niestety rysunek ten, jak również i rysunki 5—7, nie mogą, wobec reprodukcji przez siatkę, dać czytelnikowi należytego pojęcia o oryginałach.

bia Góra; rysunek innych gór jest mniej wyraźny, a ku północy znika nawet zupełnie. W obrębie Tatr autor starał się przedstawić główne szczyty i nawet jeziora, ale ich wzajemne położenie okazuje się zupełnie fałszywe; Krywań wznosi się tuż nad Zakopanem, na zachód odeń widzimy duże jezioro bez nazwy, a za nim górę, nazwaną „Krizna” — może Krzyżne Liptowskie? We wschodniej części Tatr brak podpisów, a Morskie Oko znalazło się pod Rohaczami. Są to najwidoczniej rezultaty roboty, prowadzonej w sposób gabinetowy, może na podstawie jakiegoś tylko zdaleka robionego szkicu, oraz notatek, które nie wystarczały nawet do sporządzenia przybliżonego obrazu, pomimo widocznych w tym kierunku usiłowań autora.

Takie usiłowanie nadania rysunkowi gór większego podobieństwa z rzeczywistością widzimy — co prawda zrzadka — już od końca XVI stulecia, jak na niemieckich mapach P f i n z i n g a i R a u c h a (ob. 26, 33), oraz szwajcarskich G y g e r a (136, ob. 2); nie są to jednak rezultaty jakichś systematycznie prowadzonych zdjęć terenu, ale tylko dowody indywidualnych zdolności ich autorów, którzy posiadali wybitniejszy dar obserwacji, umieli pięknie robić odręczne szkice i przenosić ich rezultaty na mapę; metodą wcięt oznaczano wówczas tylko najgłówniejsze objekty. — Staranniejszy, celowo i systematycznie w polu wykonany rysunek terenu wykazują dopiero francuskie mapy drugiej połowy XVIII stulecia. Pierwszą z nich (118) była „Carte Géométrique du Haut-Dauphiné et du Comté de Nice” generała B o u r c e t’a, wykonana w skali 1:84 000 w latach 1749—1754. Na rys. 2 widzimy jej wycinek, reprodukowany podług generała Berthaut (14). Góry, przedstawione kreskowaniem biegnącym po wszystkich ich zboczach, są tu widziane pod kątem o wiele bardziej stromym, niż na mapach poprzedniego okresu; kąt ten może wynosić 45°, albo nawet i 60°. Rysunek rzucony pod takim kątem na płaszczyznę mapy możnaby nazwać „półperspektywicznym”; odpowiada on ówczesnemu rysowaniu planów fortyfikacyj, których pionowe szkarpy i mury były uwidocznione zapomocą rzucania ich na powierzchnię papieru równoległymi promieniami skośnymi, sposobem zwanym we Francji „perspective cavalière”. Kreskowanie tego rysunku jest oczywiście robione na oko, z myślą raczej o efekcie rysunkowym, niż o jakimś geometrycznym jego znaczeniu; widać to szczególnie na przełęczach i skrzyżowaniach się dolin, że jedynym celem rysownika było tu bezpośrednio podstawienie krajobrazu tak, jak się go widzi z lotu ptaka. Podobny sposób rysunku widzimy już znacznie wcześniej, bo w roku 1683 na mapie Samuela S u c h o d o l c a, Polaka w służbie brandeburskiej (por. 62).

Nieco innym jest sposób użyty na pierwszej wielkiej mapie państwowej, która naprawdę zasługuje na nazwę topograficznej, mianowicie na mapie Francji C a s s i n i e g o, obejmującej całą Francję w skali 1:86 400 i wykonanej w okresie od r. 1750 do 1815 (124, rys. 3). Góry wyrysowane są tu w takim samym rzucie półperspektywicznym, ale w sposób mniej naturalny, bardziej zmanjerowany i uogólniony; zbocza wyrażone są szeregami długich, zamazanych kresek, biegnących w kierunku największego spadku; cieni wyraźnych niema; cała mapa jest przejrzystą i jakby wybladłą, tylko w miejscach zalesionych ciemna sygnatura drzew przygniata ją kompletnie. W podobny sposób rysowano wówczas mapy w większej części

Europy, osiągając czasem bardzo piękne rezultaty, jak np. w słynnej „Carte des Chasses” Ludwika XVI-go (117). Szczegółowe uzasadnienie tej metody znajdujemy w „Teorycznej i praktycznej nauce żołnierskich pomiarów” (51), wydanej w Warszawie w roku 1790, dla potrzeb nauczania w Szkole Rycerskiej; czytamy tam następujące pouczenie do rysunku gór (§ 151, str. 89): „Chcąc góry piórem rysować używa się do tego naypospoliciej kruczych piór. Stałem ćwiczeniem się doszedłszy do tego, że się w swej mocy zupełnie ma pióro, można tak doskonale wyrazić każde zgięcie i zakrzywienie góry, każdą łagodną i przykrą spadzistość, i każde wzniesienie gruntu; układając moc linii stosownie do wysokości i pochyłości góry. Sztrychy... trzeba u góry cienko zaczynać, tam gdzie ma być cień mocny także mocniejszemi robić a u dołu cienko kończyć”. Autor występuje przeciwko efektom światłocienia, które tak ożywiały dawniejsze rysunki: „służy to za ozdobę rysunkom, gdy dla różnienia wyższych obiektów... krótkie się dają cienie; wyłączają się jednak góry z tego pravidła. Bo gdy właściwie moc coraz ginącego ich cienia, stosowną do każdej ich wysokości być powinna, dany cień przyozdobiłby wprowadzie plan, aleby go oraz i niedokładnym uczynił, ponieważ wtedy z tych stron wszystkie góry naywyższemi wydawałyby się” (§ 103, str. 51). Wraz z takim usuwaniem cienia imitującego naturę, zjawia się myśl użycia cienia, jako oznaczenia symbolicznego, a mianowicie bądź do wyrażania wysokości gór, bądź też stromości spadków. Pierwszej zasadzie hołduje autor „Nauki żołnierskich pomiarów”: „W rysowaniu gór i wzgórzów zgodzono się i nieiako pravidło zrobiono, aby wyrazi różnicę wysokości mocą cieniu; aby za rzuceniem oka na kartę, nie tylko było można iakośkolwiek osądzić wysokość gór, ale też i z niey poznać, czy jedna jest wyższą lub niższą od drugiej”. (§ 146, str. 81). Bardziej jednak rozpowszechnia się myśl o wyrażaniu cieniami stromości spadków. We Francji już w roku 1771 hr. d'Hérouville, dyrektor generalny obozów i wojsk, poleca rozróżniać w ten sposób pochyłości dostępne dla pieszych tylko, dla konnych i dla zaprzęgów (ob. Berhaut, 15, str. 47); również najpiękniejsza mapa wykonana systemem „półperspektywy”, mianowicie t. zw. „Carte des Chasses du Roi” (117), obejmująca okolicę Wersalu w skali 1:28 800, wykazuje lekkie pogrubianie kresek odpowiednio do spadku. W Niemczech major w służbie Fryderyka Wielkiego, Müll er podaje już całą szczegółową skalę (ob. E c k e r t, 26, I, str. 511):

dla pochyłości łagodnych,	do 1:24	—	kreski cienkie przerywane;
„ „ niewielkich,	„ 1:12	—	„ cienkie, ciągłe;
„ „ wyraźnych,	„ 1:6	—	„ mocniejsze;
„ „ silnych,	„ 1:3	—	„ mocniejsze i słabsze naprzemian i t. d.

Góry rysowane są tu już w rzucie pionowym, bez żadnych efektów półperspektywicznych; kreski coprawda nieraz biegną skośnie w stosunku do linii największego spadku, ale to należy złożyć na karb niezbyt jasnych pod tym względem instrukcyj ówczesnych. Podług tych zasad, kontynuowanych później w szkole Pruskiej przez Müfflinga, Schienerta, Schreidera i in. (ob. E c k e r t, 26, I, str. 525), stworzonych zostało kilka map na przełomie XVIII i XIX stulecia; jedna z nich (163) obejmuje część

Polski. Całkowicie pionowy rzut gór widzimy również w owym czasie i w Austrii (np. mapa Czech z r. 1764 — 1768, ob. P e l i k a n, 71) i we Francji, gdzie wykłady znakomitego twórcy geometrii wykreślnej Gaspara M o n g e' a w szkole artylerji i inżynierji w Mézières skierowały wiele umysłów na drogę do poszukiwań ścisłego geometrycznego ujęcia problemów kartograficznych (H a x o, 46).

Równocześnie zjawia się pojęcie warstwicy, „linji poziomej”, zastosowanej po raz pierwszy w roku 1730 przez holenderskiego inżyniera wodnego Mikołaja Samuela C r u q u i u' s'a dla oznaczania głębokości na planach koryta rzeki Marwedy; w siedem lat później Filip B u a c h e wykonał w ten sam sposób mapę części Kanału pomiędzy Calais a wybrzeżami południowo-wschodniej Anglji; w roku 1771 D u f o u r n i s i D u C a r l a zaproponowali w referacie, przedstawionym Akademji Francuskiej, zastosowanie tej metody do przedstawiania powierzchni łądów. Wprowadzenie tej idei w życie okazało się jednak niemożliwym, gdyż brakło doń podstawy w postaci sieci wyznaczonych punktów wysokościowych; pojęcie niwelacji geodezyjnej jeszcze nie istniało, triangulacje dawały zbyt mało punktów, do tego niezbyt pewnych pod względem wysokościowym, a rudimentarne busole eklimetryczne używane w topografji nadawały się tylko do przybliżonych oznaczeń. Dopiero w roku 1799 genewczyk D u p a i n - T r i e l wykonał mapę Francji „na której usiłowano podać ukształtowanie jej terytorjum nową metodą niwelacyj” (132): mapy tej w żadnym razie nie można jeszcze uznać za udaną, do tego stopnia jest błędną i bałamutną. Jednak do zdjęć w dużej skali, wykonywanych na małej przestrzeni, warstwice są już w owym czasie dość często używane przez oficerów inżynierji, gdy chodzi o budowę fortyfikacyj (ob. B e r t h a u t, 14). Istniały wszelkie dane, że Francja posunie naprzód metody kartograficzne w tej dziedzinie, odpowiednio do swego przodującego stanowiska. Reforma jednak dokonana została najpierw w Niemczech przez genialnego samouka Jana Jerzego L e h m a n n a.

Lehmann zastał w Niemczech rysunek terenu kreskowy, w rzucie pionowym, o którego właściwościach mówiliśmy już wyżej. Będąc zatrudnionym przy budowie dróg, wykonał on tą metodą mapy dość znacznej części Saskich Gór Kruszcowych; zamiłowanie do ścisłości i znajomość praktycznych potrzeb techniki popchnęły go w kierunku prób ścisłego oznaczania form terenu, a wyjątkowe zdolności kreślarskie pomogły przezwyciężyć praktyczne trudności. Rezultatem tych prób była rozprawa o „nowej teorii oznaczania płaszczyzn pochyłych”, którą Lehmann publikuje z początku bezimiennie w roku 1799 (55), a następnie pod własnym nazwiskiem w rozszerzonej formie w kilka lat później (56).

Lehmann opiera swój system na następującem rozumowaniu: jeżeli wyobrazimy sobie powierzchnię ziemi oświetloną pionowo na nią padającymi promieniami słońca (p. rys. 4), to powierzchnia pochyła BC otrzyma mniej promieni, niż takiej samej wielkości pozioma powierzchnia AC; ta ostatnia otrzyma maximum światła, a powierzchnie pochyłe o rozmaitem nachyleniu (BC, B'C) otrzymają ilości światła zmniejszające się wraz ze wzrostem kąta nachylenia proporcjonalnie do zmniejszającej się wielkości ich rzutu poziomego MC, M'C. Ponieważ $MC : AC = \cos \alpha$, $M'C : AC = \cos \alpha_1$, więc $MC : M'C = \cos \alpha : \cos \alpha_1$, t. j. ilość promieni padających

na płaszczyznę zmienia się proporcjonalnie do cosinusa kąta jej nachylenia.

Ażeby taki spadek wyrazić graficznie, należałoby więc regulować grubość i odstęp kresek w taki sposób, żeby udział barwy białej zmienił się wraz z wartością $MC : AC$, a wobec tego udział barwy czarnej musiałby być równym $AM : AC$, t. j. $(1 - \cos \alpha)$, czyli jak w dawnej trygonometrii pisano „sinus versus α ”. Stąd Lehmann wyprowadza swój wzór podstawowy: udział barwy białej „b” do czarnej „c” winien być:

$$\frac{b}{c} = \frac{\cos \alpha}{\sin \alpha}.$$

Na tem się jednak kończą rozumowania Lehmana, gdyż łatwo przekonać się, że ich dosłowne zastosowanie jest niemożliwe. Nie mówiąc już o tem, że spostrzegalny stopień zaciemnienia powierzchni zależy nie tyle od promieni padających, co od promieni od niej odbitych, to nawet jeśli-byśmy poobliczali wartości $b : c$ podług powyższego wzoru, okazałyby się one nie do zastosowania dla małych nachyleń: dla pochyłości 10° otrzymalibyśmy 0'985 bieli i 0'015 czerni! (ob. 98, III). To też Lehmann zasady swojej w praktyce nie zastosowuje, i podaje skalę opartą nie na zmianie cosinusa a na zmianie samego kąta nachylenia: mianowicie, zważywszy, że w opracowanych przez niego terenach spadki od 45° w górę zdarzały się wyjątkowo i nie wchodziły zupełnie w rachubę pod względem wykorzystania praktycznego, przyjął on dla takich spadków barwę czarną; powierzchnię poziomą oznaczył białą, a spadki pośrednie — kreskami, których grubość wzrasta odpowiednio do zmieniającego się kąta nachylenia:

$$\frac{c}{b} = \frac{\alpha}{45^\circ - \alpha}.$$

System Lehmana został przezeń przemyślany i wypróbowany aż do najdrobniejszych szczegółów. Podług skuteczniejszych przez siebie zdjęć wykonywał on profile i modele plastyczne, na których ponownie przeprowadzał pomiary. W swym podręczniku (56) podaje on kilka bardzo pięknie wykonanych próbek rysunku, stara się wyprowadzić zasady rządzące rzeźbą terenu, rozumie rolę linii szkieletowych, wreszcie używa także i warstwic, coprawda tylko jako linii pomocniczych przy konstrukcji mapy. Mówi on między innymi: „Linja pozioma, okalająca odosobnioną górę, spotyka w końcu swój własny początek; linja położona prostopadłe do kresek jest linią poziomą... Wykreślone naokoło góry linje poziome dają nam równocześnie położenie kresek, które są wszędzie do nich prostopadłe; położenie tych kresek tem łatwiej wyznaczyć, im więcej przeprowadziliśmy poziomych”. (55).

W ten sposób otrzymuje Lehmann rysunek, przedstawiający jakby widok terenu z góry, a jednocześnie będący geometrycznie ścisłym znakiem konwencjonalnym, oznaczającym kierunek i kąt spadku terenu w każdym jego miejscu. Widzimy więc, że rysunek Lehmana, aczkolwiek pierwszy naukowo ścisły w odróżnieniu od poprzednich, rysowanych na oko, — jest jednak ich bezpośrednim kontynuatorem, rezultatem ich stopniowej ewo-

lucji; jest on, podobnie jak i one, zastosowaniem kreskowej techniki rysunkowej, udoskonalonej w ciągu trzech poprzedzających stuleci przez artystów miedziorytników. W tem połączeniu pierwiastka sztuki z zasadami naukowymi tkwi istotna wartość systemu kreskowego, która zapewniła mu w większości krajów europejskich bezkonkurencyjne prawie powodzenie w przeciągu całego stulecia. Jeżeli w początkach XIX wieku utrzymywały się jeszcze przez szereg lat na mapach w drobniejszej skali rysunki perspektywiczne, to działo się to przede wszystkim dzięki trudności przyswojenia nowej metody przez kreślarzy i rytowników, a następnie również z powodu braku materiału podstawowego oraz trudności powstających przy generalizacji map — kwestja zawiała, której rozwiązanie zabrało sporo czasu. W polskim podręczniku, poświęconym wykładowi zasad systemu Lehmana (61), czytamy: „Mniemanie wielu, jakoby (teoria Lehmana) tylko idealną i niepodobną do zastosowania być miała, sprawiło, iż niepowszechnie była przyjęta... Nie małym także zapewne powodem wstrzymującym upowszechnienie tej nowej nauki, była zazdrość i niechęć rysowników, na których tuzinkowy i niezrozumiały sposób rysowania gór, Lehman otwarcie i nader stanowczo powstawał”. System Lehmana zastosowany został w swej formie pierwotnej przede wszystkim w Saksonji, na zdjęciach wykonanych w skali 1:12 000 pomiędzy rokiem 1800 a 1825, i na opracowanej na ich podstawie mapie 1:57 600 (160); następnie — w Bawarii i Austrii, gdzie ze względu na częściej spotykane strome spadki zmieniono wzór podstawowy na $c : b = a : (60^\circ - \alpha)$, względnie $c : b = a : (80^\circ - \alpha)$, wreszcie i u nas, gdzie przyjęto go bez zmian przy opracowywaniu „Mapy topograficznej Królestwa Polskiego” (p. rys. 5), wykonywanej od roku 1822 przez nasze Kwatermistrzostwo Generalne. Należy tu zaznaczyć, że i sam Lehman wykonywał pomiary w Polsce (ob. 56, przedmowa Fischera). W Prusach skala Lehmana uległa poważniejszym modyfikacjom, gdyż zwrócono tam uwagę na trudność rozróżniania pomiędzy sobą dziesięciu stopni, na które Lehman tę skalę rozdzielił i wprowadzono dla słabych spadków kreski przerywane, które dotrwały na „Karte des Deutschen Reiches” do dziś dnia. Również w Rosji, gdzie początkowo zastosowano ją za przykładem naszego Kwatermistrzostwa Generalnego, skala ta uległa znacznym zmianom w sensie rozszerzenia na słabe spadki, których obraz w nowszych arkuszach „trzywiorstówki” (Rosja południowa) jest bardzo szczegółowy i harmonijny (148).

We Francji rozwój rysunku kreskowego poszedł bardziej samodzielniemi drogami. Wprawdzie Francuzi zetknęli się z metodą Lehmana podczas wojen Napoleońskich, i sam Napoleon podobno czytał pracę Lehmana, „pochwalił ją i kazał przełożyć” (ob. 56, j. w.); ale o bezpośrednim jej przyjęciu we Francji nie było mowy. Zgodzono się tylko ogólnie pod wpływem Monge'a, że „należy wszystkie przedmioty” — a więc i kreski oznaczające spadek terenu — „przedstawić w ich rzutach poziomych”; co się jednak tyczy zasad pogrubiania i zagęszczania kresek, to zdania były podzielone. W Paryżu przeważało zdanie, że należy dążyć do naśladowania tego co się widzi w naturze, dając z jednej strony gór cień silniejszy, oraz rysując silniej i wyraziściej wysokie szczyty górskie, tak aby oko patrzącego rozpoznawało odrazu góry, „jak na obrazie”;

w tym też sensie zostały przyjęte rezolucje na komisji złożonej z przedstawicieli rozmaitych zainteresowanych urzędów, zwołanej w r. 1802 przy Dépôt de la Guerre (ob. 14). Instytucja ta zaczyna wprowadzać te uchwały w życie, za nią politechnika oraz Saint-Cyr; natomiast Szkoła Art.-Inż. w dalszym ciągu trzyma się systemu pionowego, przedstawiając w r. 1817 ministrowi wojny raport w jego obronie; raport ten, przedyskutowany ponownie, pozostał bez skutku. Każdy został przy swoim, pomimo, że płk. Bonne w Dépôt de la Guerre wypowiedział się za systemem pionowym.

Zorganizowana w r. 1818 Szkoła Sztabu Generalnego przyjęła zasadę sprecyzowaną przez Benoit'a, ażeby kreski, kierowane normalnie do warstwic, zagęszczać tak, żeby rozstęp ich równał się jednej czwartej ich długości, mierzonej pomiędzy dwiema warstwicami (w danym wypadku dwudziestometrowymi). Ta zasada — „loi du quart” przyjęta została ogólnie i kombinowaną następnie z pewnem pogrubianiem kresek.

Nie bacząc na nierozstrzygnięty w instancjach centralnych spór co do zasad tego pogrubiania, zaczęto w omawianym czasie wydawać mapy oparte na olbrzymim materiale zdjęć, zgromadzonych przez korpus inżynierów - geografów podczas wojen Napoleońskich. Wydano więc mapę Alp francusko-włoskich, opracowaną w skali 1:200 000 pod kierunkiem R a y m o n d' a (129), kreskami prostopadłymi do warstwic, ale w oświetleniu skośnem; następnie (1824) mapę Korsyki 1 : 100 000, tą samą metodą; wreszcie mapy Bawarii, Wirtembergji i Nadrenji, w tejże skali, ale w świetle pionowem. W roku 1817 zostaje znów powołaną komisja, która pod przewodnictwem L a p l a c e' a opracowuje zasady przyszłej nowej mapy Francji. W latach 1817 — 18 toczy się ożywiona i nawet ostra dyskusja co do metod przedstawiania terenu. Na skutek raportu mjr. P u i s s a n t' a (ob. 81), popierającego zasady przyjęte przez Komisję 1802 roku, gen. B e r g e, komendant Szkoły Artylerji i Inżynierji, przesyła ministrowi odpowiedź w której ostro atakuje oświetlenie skośne, zarzucając mu brak jednolitości. Zostaje on poparty przez płk. B o n n e' a, który powiada, że ważniejszą jest rzeczą prawidłowe oddanie rzeźby w terenach nizinnych, gęsto zaludnionych, niż w „pustych i pozbawionych wartości” krainach górskich. Berthaut (14) słusznie widzi przyczynę ostrości dyskusji w tem, że nie rozróżniała ona dwóch celów, do których dążono: wierności geometrycznej i efektu plastycznego. Końców zasadą oświetlenia pionowego zwyciężyła: przyjęto do niej propozycję Bonne'a, aby kreski wzmacniać proporcjonalnie do sinusa kąta nachylenia. Przy zdjęciach, które rozpoczęto w roku 1818-ym, postanowiono opierać rysunek kreskowy na podstawie warstwicowej, przerywając kreski na każdej warstwiczy dla jej uwidocznienia — czego w praktyce jednak niezbyt ściśle się trzymano. Później (1851) polecono stosować rysowanie linii szkieletowych, które ścierano na czystorysach. Punkty wysokości (średnio 2 na km.²) obliczano na podstawie wyznaczenia odległości triangulacją graficzną i określenia przewyższeń eklimetrem przyrządzonym do busoli statywowej. Na tych punktach opierano rysunek „elementów warstwic”, a następnie kresek; w roku 1827-ym polecono stosować na stolikach same tylko warstwicę, co zresztą już i przedtem, w roku 1817-ym próbowano stosować na pierwszych kilku zdjętych sto-

likach; w roku 1838-ym pomysłano o tem, że „punkty wysokości.. powinny być wyznaczone w taki sposób aby można było je sprawdzić”. Dopiero w roku 1851-ym, gdy już połowa mapy była gotowa, wprowadzono do zdjęć metody podobne do nowoczesnych; punkty wysokości zaczęto wyznaczać wcięciem sprawdzonem z drugiej podstawy, wprowadzono ich numerację i rejestrowanie na oleatach. W tymże czasie (1853) zastąpiono skalę kresek Bonne'a nową skalą Hossard'a obejmującą najłagodniejsze pochyłości, zaczynając już od $\frac{1}{2}^{\circ}$, i opartą na wzorze:

$$\frac{c}{b} = \frac{3}{2} \operatorname{tg} \alpha$$

Co do zasady Benoit'a, to odstąpiono od niej już znacznie wcześniej. Widzimy więc, że mapa Francji 1 : 80 000 opierała się na bardzo zmienionych zasadach; wygląd jednak jej poszczególnych arkuszy nie jest tak różnolity, jakby się to mogło zdawać. Ratuje sytuację ta okoliczność, że przepisowa skala i wzory nie były na niej nigdy stosowane zbyt ściśle, a topografowie i szczególnie sztycharze opierali się w wykonywaniu mapy na swoim poczuciu rysunkowem, które wyrobili w ciągu długiej praktyki.

Zupełnie znów inną drogą postępuje rozwój kartografii w Szwajcarii i Włoszech. Kraje te, a zwłaszcza Szwajcaria, posiadały pod tym względem własną, zupełnie niezależną tradycję. W archiwum kantonalnem w Zurychu przechowuje się dotychczas pięknie kolorowana mapa Jana Konrada Gygera z roku 1667 (136), wyobrażająca teren na podobieństwo widoku z lotu ptaka. W roku 1798-ym J. H. Weiss wykonywuje dużą 16-arkuszną mapę Szwajcarii (112), posługując się zrobionym z natury modelem plastycznym jako środkiem pomocniczym; góry oznacza on na niej w półperspektywie złagodzonej, specjalną manierą bardzo mocno cieniowaną z jednej strony, co sprawia już dosyć silny efekt plastyczny. W roku 1841-ym generał Dufour, szef Związkowej Służby Topograficznej, rozpoczyna zdjęcia w celu wydania nowej mapy Szwajcarii w skali 1:100 000. Wyszkolony we Francji na tradycjach szkoły paryskiej, mając gotowe przykłady mapy Alp Raymond'a oraz mapy Korsyki, postanawia on dać obraz ściśły wprawdzie, ale przedewszystkiem bijący w oczy naturalną plastyką i uwydatnieniem głównych rysów terenu: „w rysunku terenowym topografowie zwrócą uwagę raczej na formy główne niż na drobne załamania, których znaczenie jest znikome w krainie wysokogórskiej” — tak pisze on w swej instrukcji (25). „Należy przedewszystkiem starać się oddać szczególny charakter każdej góry, naśladując wedle możliwości naturę i strzegąc się tego co się nazywa „manjerą”! Skąły, urwiska, wąwozy, moreny i wszystkie formy gwałtowne i nieprawidłowe należy oznaczać bezpośrednio kreskowaniem; spadki zaś ogólne, formy wielkie, regularne i zokrąglone będą przedstawione zapomocą warstwic”. Po czteroletnich zdjęciach doświadczalnych, przeprowadzonych przez inżynierów Bétemps'a, Stryjeńskiego i Wolfsbergera (ob. 26 i 62), mapa została wykonaną w sposób nadzwyczaj jednolity, nie bacząc na dowolny, artystyczny niejako charakter jej rysunku. Pojawienie się jej było prawdziwym tryumfem: nawet kartografowie niemieccy, nie uznający dotychczas innego systemu, niż

lehmannowski, nie zawahali się nazwać ją „najdoskonalszą mapą na świecie”. Skośne światło Dufoura, jak widzimy z załączonej próbki (Rys. 6), nie jest jednakowe dla wszystkich gór, a przechodzi stopniowo na równie w manjerę, podobną do francuskiej; natomiast wyższe góry są odznaczane bardzo ostremi kontrastami światłocienia. Naturalnie, nie należy szukać na mapie Dufoura ścisłego przedstawienia kąta spadku (to się właściwie nikomu nie udało), ale obfitość kot zaradza temu w znacznym stopniu; pozatem nie należy zapominać, że kierunek kresek jest na tej mapie zawsze prawidłowy, odpowiedni do spadku, czego nie można było powiedzieć o dawniejszych mapach wykonanych sposobem skośnego oświetlenia. Mapa Dufoura wywarła decydujący wpływ na dalszy rozwój kartografii szwajcarskiej. Pod jej wpływem zaczęli rysować swoje mapy kartografowie prywatni, przedewszystkiem Rudolf L e u z i n g e r, który zresztą pracował i dla rządowej kartografii. Również i w Niemczech wpływ jej był silny, specjalnie na produkcje instytutu Perthesa w Gocie.

Równocześnie, a nawet trochę wcześniej niż w Szwajcarii, wykonywano nowe zdjęcia w królestwie Sardynji; rezultatem ich są śliczne mapy (119), wykonane również w systemie skośnego oświetlenia, ale w rysunku jeszcze delikatniejszym niż mapy Dufoura; szczególną ich właściwością jest wykropkowanie dna dolin, dzięki któremu góry wydzielają się jeszcze plastyczniej (rys. 7); niestety brak na tej mapie cech wysokości. W austriackiej części Włoch mapy rysowane są metodą Lehmana, co w następstwie będzie miało wpływ na nową mapę zjednoczonego Królestwa (121).

W ten sposób w połowie XIX stulecia cała już prawie Europa posiada bądź w toku wykonania, bądź na ukończeniu wielkie dzieła kartograficzne, wykonane sposobem kreskowym w dużych skalach. Rozwój techniki i współpraca nauki ożywiają bardzo kartografię, zmuszając ją do ciągłego postępu. Kartografowie, wyszkoleni i zaprawieni do ścisłych metod, zaczynają wyrabiać w sobie intuicyjne poczucie form rzeczywistych; dawniejszy niespokojny i niepewny sposób rysowania zanika; mapy stają się prawidłowe i jednolite.

Jednak w tym właśnie czasie zachodzi w stosunku do tych pięknych, udoskonalonych map kreskowych dość gwałtowna reakcja. Nowe zdjęcia, oparte na ścisłych triangulacjach oraz niwelacjach, dają bogaty materiał do zupełnie ścisłego traktowania terenu na mapach; takiej ścisłości nie odpowiada już sposób kreskowy, pozwalający w najlepszym razie wyznaczyć kąt spadku z dokładnością do 10° , a wysokość punktu — do kilkudziesięciu metrów; tymczasem nauka i technika żądają już większej ścisłości. Równocześnie z tym wynaleziona w roku 1818-ym litografia zaczyna konkurować skutecznie z miedziorytnictwem łatwością i taniością swych metod; co więcej, wprowadza ona nową możliwość, nadzwyczaj ważną dla kartografii, mianowicie możliwość druku wielobarwnego. Wreszcie wynalazek fotografii i jego zastosowania fotoreprodukcyjne pozwalają zautomatyzować wiele faz pracy. Wszystkie te momenty skłaniają kartografię do poszukiwania nowych dróg postępu.

Przedewszystkiem zostaje wprowadzony sposób warstwic na arkuszach stolikowych: od roku 1827-go we Francji, równocześnie w Hanowerze, Badenji; nieco później (1848) w Belgji, następnie (1849—1850) w Królestwie Obojga Sycylii, w Danji i Anglii. Warstwice rysowane są począt-

kowo w kolorze czarnym i nieraz tylko z myślą o tem, żeby później na ich podstawie wykonać rysunek kreskowy; w roku jednak 1868-ym Szwajcarja, która z powodu specjalnego charakteru mapy Dufoura, oraz swych potrzeb technicznych, najbardziej odczuwa brak ścisłej mapy, rozpoczyna pracę nad nową mapą, wykonywaną w skalach 1:25 000 i 1.50 000, dwubarwnie: sytuacja czarno, warstwice bronzowo (właściwie pierwsza taka mapa wykonana została prywatnie przez Z i e g l e r a w Winterthur, w r. 1852). Dla reprodukcji zastosowano sposób heljograviury, i za tym przykładem w bardzo prędkim czasie podążył cały szereg innych krajów: Hiszpanja, Francja (mapa Alp, 127, oraz mapy kolonialne), Rosja (dwuwiorstówka), Ameryka; Austria i Włochy poszły drogą kompromisu, rysując równocześnie kreski i warstwice. Rozpoczyna się nowy okres poszukiwania nowych metod i ulepszeń.

W tem poszukiwaniu nowych dróg zaczyna odgrywać wybitną rolę kartografia prywatna, a mianowicie dzięki mapom h i p s o m e t r y c z n y m czyli w a r s t w o b a r w n y m. powstałym przez wypełnianie odstępów międzywarstwicowych różnemi kolorami dla nadania mapom warstwicowym przejrzystości. Pierwszą taką mapą, obejmującą południowe części Szwecji i Norwegji w skali 1:500 000, wykonywuje w roku 1835-ym Carl af Forsell; oznacza on tereny do wysokości 300 stóp zielono, od 300 do 800 stóp czerwono, od 800 do 2000 stóp żółto i powyżej 2000—biało. Podobnych jaskrawych kolorów używają również G y l d é n w Finlandji oraz P a p e n i W o l f f w Niemczech; w przeciwieństwie do nich H a u s l a b w Wiedniu używa barw przyćmionych, zmieniających się stopniowo od dołu ku górze. Mapy warstwobarwne, pomijając już ich nadzwyczaj doniosłe znaczenie naukowe, były przedewszystkiem zbadaną reakcją przeciw dowolności, stosowanej w generalizacji map kreskowych, dowolności która powodowała nieraz zupełne sfalszowanie obrazu terenu, robiąc np. z szeregu odrębnych stożków wulkanicznych (wyspa Jawa) — grzbiet górski, z wielkiej jednolitej masy górskiej (Alpy) szereg grzbietów, z szeregu grzbietów (Karpaty) — jeden grzbiet i t. d.

Równocześnie z rozwojem metody hipsometrycznej, stosowanej przedewszystkiem w dziedzinie naukowej i technicznej, rozwija się bardziej, specjalnie na gruncie szkolnym, inna metoda, stworzona przez niemieckiego pułkownika E. S y d o w a, który, aby osiągnąć możliwie „wierne odzwierciedlenie charakterystycznych form” powierzchni ziemi i wzorując się najprawdopodobniej na sposobie używanym na ówczesnych pruskich mapach wojskowych — oznaczył barwą zieloną wszystkie „niziny”, rozumiejąc pod tem mianem nie tereny ograniczone jakąś warstwicą, a wogóle tereny niskie i płaskie, w przeciwieństwie do wyżyn i gór, które zostały oznaczane barwą białą, względnie brunatną, i wykreskowane.

Metoda Sydowa bardzo się podobała większości pedagogów i utrzymała się w geografji szkolnej częściowo jeszcze do dziś dnia; niestety rozwojowi jej bardzo zaszkodziło niewyraźne określenie pojęcia „niziny”, dzięki czemu obraz, który pierwotnie mapą hipsometryczną nie był, zaczęto podawać za taką, a znów obrazy hipsometryczne tendencyjnie przekształcać, rozciągając najniższy stopień w dolinach dalej niż potrzeba (ob. R o m e r, 84, 87). Manjera Sydowa wywarła wpływ również i na mapy warstwobarwne, w których zaczęto stosować dla niższych stopni barwę zieloną,

dla wyższych — brunatną w rozmaitych stopniach nasilenia. Widzimy to w pewnej mierze nawet na dziś wydawanych arkuszach Międzynarodowej Mapy Świata (125).

W tymże czasie, o którym mówiliśmy wyżej, a więc w trzeciej ćwierci XIX stulecia, zaczynają się próby zastąpienia rysunku kreskowego przez c i e n i o w a n i e. Sposób ten, używany już w XVIII wieku na mapach rysowanych odręcznie (Hogrewe, 51, wspomina nawet o specjalnych pendzlach wyrabianych w tym celu), był proponowany m. i. w roku 1827-ym we Francji przez Puissant'a (81), który go chciał połączyć z cienkiem kreskowaniem podług „loi du quart”; — następnie w Prusach w roku 1854 znów go próbował zastosować Chauvin (20, ob. także 98), osiągając w ten sposób bardzo ładne efekty. Dla wykonania cieniowania w druku proponowano akwatintę albo też wykropkowanie; ale naprawdę sprawa ruszyła z miejsca dopiero po wynalezieniu kredki litograficznej, która pozwoliła wykonywać rysunek o efekcie podobnym do kreskowego w czasie dwudziestokrotnie krótszym! Korzystają z tego przedewszystkiem firmy prywatne; zjawia się moc rysunków, częściowo wykonanych ręcznie, częściowo otrzymanych drogą fotografowania modeli plastycznych; rysunki te okazują się przeważnie bezwartościową tandetą. Ale i zakłady państwowe zaczynają interesować się sprawą; od roku 1874-go w Paryskim Service Géographique pułk. G o u l i e r (ob. 14) pracuje nad rozmaitemi sposobami zastosowania tej metody; zajmuje go zwłaszcza kwestja, jakby można było połączyć zarówno dobre strony oświetlenia pionowego jak i skośnego. Po dłuższej ilości prób postanawia on wykonywać dwa rysunki, jeden w oświetleniu pionowym, drugi — w skośnym, drukować je jeden na drugi w różniących się nieco barwach, wreszcie z trzeciej płyty drukować warstwice. Rezultat był na tyle udatny, że sposób przyjęto na razie dla nowej mapy Francji w skali 1:50 000 (122 a); jednak później przyznano, że koszt takiego zwiększenia ilości płyt nie jest współmierny z osiąganym efektem, i postanowiono łączyć rysunek warstwicowy z cieniowaniem, w którym w miarę zwiększania się wysokości gór oświetlenie skośne będzie coraz to bardziej przeważało nad pionowym. Wcześniej już, bo od roku 1863-go zaczynają się podobne próby i w Austryjackim Instytucie Wojsk.-Geogr. (S t r e f f l e u r, R o s k i e w i c z, H ö d l m o s e r, ob. 50); próby te doprowadzają do ustalenia cieniowania w oświetleniu pionowym, rysowanego pendzlem i następnie reprodukowanego zapomocą fotografii przez siatkę, które w połączeniu z warstwicami zaczęto stosować na mapach Bałkanów. Tamże robiono również próby innej kombinacji, a mianowicie wzmacniania niedość plastycznych rysunków kreskowych przez wypunktowywanie zapomocą ruletki przestrzeni pomiędzy kreskami (135). Od roku 1874 cieniowanie połączone z warstwicami zostaje przyjęte w Belgji, następnie w Norwegji, Włoszech i Anglii.

W N i e m c z e c h, dla uczynienia kreskowego rysunku mapy 1:100 000 bardziej przejrzystym, powszechnie używają innego sposobu, a mianowicie pokrywają dna dolin kolorem zielonym; w ten sposób otrzymują obraz, na którym od pierwszego rzutu oka można ocenić stopień rozcięcia terenu, oraz ilość przeszkód naturalnych. Zieleń nakładana jest odręcznie zapomocą szablonów. To samo postępowanie Niemcy zastosowali do swej nowej mapy 1:200 000 (164), odznaczającej się bardzo ładnym rysunkiem war-

stwic. — W ostatnich czasach dla szeregu arkuszy mapy 1:100 000 wykonano oddzielne płyty sytuacji i terenu, przyczem prócz kresek wprowadzono—jak w Austrii—warstwice co 50, względnie 100 mtr. Na arkuszach wysokogórskich próbowano z brunatnym pionowym rysunkiem kreskowym łączyć fioletowe cieniowanie w świetle skośnym, jednak otrzymany efekt był bardzo słaby (139).

W Szwajcarii, niezależnie od wydawanej w dalszym ciągu rządowej mapy warstwicznej (162), mnożą się mapy wydawnictw prywatnych, zapoczątkowane przez Leuzingera. On to, oraz inż. Becker, później pułkownik Szwajc. Sztabu Gen., publikują w latach 1885 i 1888 pierwsze dwie próby przełożenia idei Dufoura na barwy (114, 143, ob. 6): wychodząc z założenia, że mapa warstwiczna jest zbyt trudno zrozumiała dla ogółu, a i dla specjalisty często zbyt mało przejrzysta, o ile chodzi o szybką orientację — postanawiają oni, opierając się na swem poczuciu malarskiem, podmalowywać ją cieniowaniem w naturalnych barwach. Cienie („Schattenton”), podług zasad światła skośnego, gęstsze ku górze, przejrzystsze u dołu, wykonywują oni kolorem raczej niebieskawym niż szarym; doliny barwią bladą przymgloną zielenią, wierzchołki gór pomarańczowo i różowo („Totalton”), przez co otrzymują taki wygląd, jakby były oświetlone promieniami zachodzącego słońca; narysowana w ten sposób mapa okazuje się tak wyrazistą, że chłopcy zwolani z ulicy rozpoznają na niej poszczególne góry! (6, 12). Za ich przykładem idą inni kartografowie szwajcarscy, a więc Randegg, Imfeld, Kümmery; powodzenie nowych map jest ogromne u licznej rzeszy turystów; jednak okazują się one pod niektórymi względami jednostronne i wzbudzają nieraz bardzo ostrą krytykę, którą zajmemy się w następnym rozdziale.

Równocześnie zostają wykonywane rozmaite eksperymenty w Wiedniu. Dotyczą one przede wszystkim warstwic, a mianowicie zagadnienia w jakiby sposób należało je rysować, aby osiągnąć największy efekt plastyczny? Próbuje się je więc zagęścić od strony nieoświetlonej (Michaellis, 1860), albo też pogrubić (Streuffleur, Pelikan), albo wreszcie drukować w kolorze białym na północno-zachodnich zboczach, a czarnym na południowo-wschodnich, na ogólnym szarem tle (Pauliny, ob. 70 i 13). Podobny sposób zostaje zaproponowanym i we Francji (34). Żaden jednak z tych sposobów nie daje rezultatów naprawdę zadowalających i ostatecznie prawie wszędzie dla map topograficznych zostają przyjęte warstwice drukowane z osobnej kliszy w brunatnym kolorze, połączone z lekkim cieniowaniem lub też samodzielne.

Również w Wiedniu, na przełomie XIX i XX stulecia, rodzi się nowa idea, która choć nie od razu zostaje przyjęta, jednak dzięki wprowadzeniu zupełnie nowego czynnika staje się zapowiedzią radykalnego przewrotu w kartografii, urastając do znaczenia równego pracom Lehmana. Mówię tu o zastosowaniu w kartografii przez Karola Peuckera najnowszych badań z dziedziny optyki fizjologicznej, dotyczących stereoskopowego oddziaływania barw na oko ludzkie. (73 — 80).

Podstawami systemu Peuckera zajmiemy się szczegółowiej w rozdziale IV. Na razie powiemy tylko, że zjawiska te, zanim jeszcze dano im należyte

objaśnienie, zostały ujęte doświadczalnie w ścisłą, jak gdyby nawet matematyczną formę: w ten sposób zjawiała się teza, że efekt stereoskopowy, czyli „przestrzenna wartość” rozmaitych barw widma jest proporcjonalną do długości fali świetlnej odpowiedniej barwy: więc największą będzie ona dla promieni czerwonych, mniejszą dla pomarańczowych, jeszcze mniejszą dla żółtych i t. d. Przedmioty tych rozmaitych kolorów — przy równej intensywności światła — umieszczone w jednakowej odległości od oka i na jednolitem tle, nie będą się wydawały jednakowo odległymi, ale czerwony wyda się najbliższym, żółty — dalszym, niebieski — jeszcze dalszym. Jeżeli teraz będziemy, pozostając w obrębie jednej barwy, zmieniać jej nasycenie, to wówczas — dla barwy czerwonej, pomarańczowej lub żółtej — odległość będzie się zdawała wzrastać wraz z osłabianiem tego nasycenia. Efektu tego nie otrzymamy już jednak dla tonów zielono-niebieskich, a raczej będzie on już tam odwrotny: przy przejściu np. od barwy białej do niebieskiej otrzymamy wrażenie oddalania się. Te ostatnie więc barwy są „plastycznie ujemnymi” w przeciwieństwie od „plastycznie dodatnich” barw poprzednich. Podobne rozważania próbowano również zastosować do barwy szarej, umieszczonej na białym tle. Opierając się na powyższych rozumowaniach, Peucker ułożył kilka skal barw konwencjonalnych do map warstwobarwnych, zestawionych w ten sposób, że każda następna barwa ma „wartość przestrzenną” wyższą od poprzedniej. Główna z tych skal opiera się na naturalnem widmie słonecznem i ciągnie się od barwy niebieskiej (albo szarej) przez seledynową, zieloną, żółtą i pomarańczową do czerwonej; następnie szereg skal opiera się na różnicach intensywności poszczególnych barw widma. Stosując taką skalę na mapie, rozbija się dla oka jej powierzchnię na szereg oddzielnych „powierzchni hypsochromatycznych”, dając złudzenie pewnego jakby plastycznego stopniowania.

Jednak złudzenie to jest jeszcze bardzo słabe. Sama barwa jest jeszcze rzeczą zbyt mało uchwytną dla oka; brakuje wrażenia powierzchni. Otóż dopiero gdy się tę powierzchnię wyrysuje przez odpowiednie zastosowanie cieni, wówczas obraz zaczyna być uchwytnym, namacalnym dla oka: przy odpowiednio starannym doborze barw, oraz cieni i ich kombinacji, można osiągnąć zupełną stereoskopowość obrazu i złudzenie istotnej plastyki.

Tak się przedstawia w krótkim zarysie teza Peuckera. Pomimo, że w ostatecznie skryształizowanej formie została ona opublikowana zaledwie w r. 1911 (79) zdołała ona już spowodować bardzo wiele zmian w kartografii. Otwierając obszerne pole do zastosowania procesów chromolitograficznych, pociągnęła ona za sobą wiele zakładów kartograficznych na nowe drogi twórczości — ale w przekładzie na język praktyczny wytworzyła kilka rodzajów map, które tu pokrótce przejrzymy.

W najczystszej formie zastosowaną ona została przez Gustawa F r e y t a g a w Wiedniu, który w swych zakładach p. f. „Freytag i Berndt” stosuje obecnie skalę hipsometryczną, stworzoną z przejrzystych, dość jasnych matowych barw jednakowego nasycenia, w porządku widma, od zimno-zielonej do jasnoczerwonej, i łączy ją z również lekkim popielatym cieniowaniem.

Sam P e u c k e r w swych mapach, wydawanych przeważnie w zakładach „Artaria” w Wiedniu, stosuje większą dowolność. Zaczyna szereg

bądź od barwy zielonej, bądź od szarej, łączy go z cieniowaniem (przeważnie w świetle pionowym) i popielatemi warstwicami, oraz zagęszcza barwy ku dołowi i ku górze, otrzymując w ten sposób znacznie więcej odcieni.

Prof. R o m e r w pierwszych swych mapach używa skali barw umiarkowanie nasyconej, bardzo starannie stonowanej, opartej na sieci warstwic wyrysowanych czarno; jest przeciwnikiem cieniowania. Po wojnie na skutek przejścia do własnych zakładów graficznych skala barw się nieco zmienia, tracąc dawną jednolitość; ostatnie wydanie „Małego Atlasu Geogr.” wykazuje nawrót do dawnych zasad, jednak końce szeregu są bardziej przyciemnione i odcienie nieco inaczej dobrane.

K a r t o g r a f j a B r y t y j s k a jest pierwszą, która zastosowała system Peuckera na państwowych mapach topograficznych. Pierwsze próby wykonano już w r. 1908, ale dopiero po wojnie osiągnięto jednolitość typu. U dołu skali stosowane barwy są bardzo delikatne, ku górze stopniowo zagęszczane. Łączenie cieniowania z barwami hipsometrycznymi, po kilku nieudanych próbach, zostało zarzucone. System brytyjski został również zastosowany, na mocy uchwał międzynarodowych konferencji w Londynie, w r. 1909 i w Paryżu w r. 1913, do M i ę d z y n a r o d o w e j M a p y Ś w i a t a (ob. 22, 105).

II.

Rozpatrzywszy całą różnorodność wypracowanych dotychczas metod przedstawiania terenu na mapach, spróbujmy teraz rozejrzeć się w przyczynach, które spowodowały taką różnorodność, oraz w perypetjach walki pomiędzy różnymi systemami.

Widzieliśmy już, że taka walka prowadzona była już od samego początku tego okresu dziejów rozwoju kartografji, który możemy nazwać okresem kartografji ścisłej; to jest od początku XIX stulecia. Już wówczas bowiem, po ustaleniu się ostatecznym i ogólnym zasady pionowego rzutu terenu, wytwarza się kilka szkół kartograficznych, w rozmaity sposób stylizujących rysunek kreskowy.

Szkoły te można ogólnie podzielić na dwa obozy: stronników t. zw. oświetlenia pionowego, do którego należą Niemcy z Austrią i Polską, oraz szkoła w Mézières, i stronników oświetlenia skośnego, obejmujących szkoły: paryską, szwajcarską i włoską.

Walka pomiędzy temi kierunkami występuje oczywiście najjaskrawiej we Francji, gdzie reprezentowane są oba obozy. Już w r. 1802 na komisji, o której mówiliśmy w poprzednim rozdziale, odbyły się pierwsze ich starcia; dyskusja trwa aż do roku 1830-go. Wybierzmy z niej dwa głosy (46, 81). Gen. H a x o, zwolennik światła pionowego, powiada: Cienie są — przy rysunku kreskowym — jedynym sposobem bezpośredniego wyrażania spadków na mapie; aby dawały ścisłą informację o kształtach terenu, muszą być one ujęte w system konwencjonalny. Już sam elementarny, cienko wykreślony rysunek kresek daje pewien efekt rysunkowy, który może i powinien być wzmocniony przez ich pogrubienie, nie można doń więc używać ta-

kiego cieniowania, któreby przeczyło temu elementarnemu efektowi. Ppulk. P u i s s a n t (81), zwolennik światła skośnego, powiada: Jakiegokolwiek mogą być pod pewnymi względami dobre strony światła pionowego dla terenów mało górzystych, to jednak metoda światła skośnego... jest dogodniejsza w wysokich górach, oraz dla wywiadów, gdyż jest najbardziej wyrazista i zrozumiała, wreszcie najmniej obciąża mapę czarnym kolorem. Autor uznaje i uważa za dopuszczalną w wielu wypadkach metodę geometryczną rysowania kresek podług „loi du quart”, z przerywaniem ich na warstwicach, ale uważa równocześnie, że samo takie rozmieszczenie kresek wystarcza wprawdzie dla odczytania spadków i przewyższeń, ale nie daje rysunkowi dostatecznej wyrazistości; proponuje więc cieniować południowo-wschodnie zbocza przez ich wykropkowane, albo sposobem aquatinty.

Wiemy już z rozdziału I, w jaki sposób odpowiedział na to płk. Bonne. Spór rozstrzygnięty został na razie przez rozkaz ministra, i dyskusja na pewien czas ucichła.

Zostaje ona podjęta na nowo dopiero w drugiej połowie XIX stulecia, gdy powodzenie mapy gen. Dufoura ośmiela znów zwolenników skośnego oświetlenia. Równocześnie postępy litografji, możność druku rysunku terenowego z osobnej płyty i rozwój metody warstwicowej wywołują reakcję przeciwko rysunkowi kreskowemu wogóle. Już w roku 1854 w tym sensie wypowiada się Chauvin w Berlinie (ob. 98); w trzynastcie lat później w zdecydowany sposób występuje przeciwko kreskom Streffleur w Wiedniu (100); myśl jego podejmują następnie gen. Albach, płk. Roskiewicz, C. Hödlmoser, wreszcie gen. Pauliny, wysuwając przeciwko systemowi Lehmana przedewszystkiem zarzut trudnej czytelności spadków; ich własne tezy przedstawione temu systemowi są jednak bardzo różnolite. W roku 1894 z obroną skośnego światła występuje płk. B a n c a l a r i (3), stawiając tezy następujące:

Rysunek terenu powinien być przedewszystkiem wyrazisty i dawać jasny obraz wzajemnej łączności przedstawianych form;

W tym celu na mapach od 1:50 000 w dół należy używać wyłącznie metody oświetlenia skośnego, tak aby mieć do pewnego stopnia wrażenie naturalnie oświetlonego reliefu.

Na artykuł płk. Bancalari'ego odpowiada w dwa lata później gen. Steeb (96) szeregiem zarzutów, stawianych sposobowi oświetlenia skośnego. Przedewszystkiem powiada on, że skośne oświetlenie nie daje prawidłowej plastyki; na dowód tego podaje fotografie reliefu plastycznego góry Hochschober w pd. wsch. Tyrolu, oświetlonego kolejno z trzech rozmaitych stron, przyczem otrzymuje obrazy bardzo różniące się wyglądem: na modelu oświetlonym od północnego zachodu uwydatnione są grzbiety biegnące z pd. z. na pn.wsch., na modelu oświetlonym od pd. z. — grzbiety biegnące z pn. z. na p. d. wsch.; również obraz formy szczytów, dolin i t. d. ulega zmianie. A przecież mapa powinna być obiektywna, „neutralna”, bo każdy szczegół terenu jest w zasadzie jednakowo ważny pod względem wojskowym. Jeżeli zaś, rysując cienie, zmieniać oświetlenie wraz z przedmiotem, wówczas ginie przyjęta zasada. Twierdzenie, jakoby oświetlenie skośne było „naturalne” w przeciwieństwie do pionowego,

uważa gen. Steeb za fikcję, gdyż każdy kto patrzył na powierzchnię ziemi z balonu wie, że widziane z wysokości 1000 m. mniejsze góry tracą wszelką plastykę. Wreszcie, jeżeli się chce rysunek podług zasady skośnego oświetlenia wykonywać geometrycznie, to wykonanie to jest o wiele bardziej skomplikowane, niż wykonanie rysunku w świetle pionowym.

W tymże czasie (r. 1893) w Niemczech publikuje swoje uwagi praktyczne na temat rysunku kreskowego kartograf gotajskiego instytutu kartograficznego Justusa Perthesa C. Vogel (106). Jako autor znacznej ilości map słynnego atlasu Stieler, porusza on przede wszystkim kwestię map w skalach drobniejszych. Uważa on sposób kreskowy za konieczny na mapach w skali od 1:5 000 000 w górę, t. j. tam, gdzie już zaczyna wchodzić w grę obraz zbocz górskich, i podaje szereg wskazówek, jak takie kreskowanie należy wykonywać. Od roku 1894 w wydawnictwie tegoż Instytutu Gotajskiego p. t. „Geographisches Jahrbuch” zaczyna umieszczać sprawozdania o postępach kartografji E. Hammer (40-44), przyczem w dziedzinie przedstawiania terenu okazuje się zdecydowanym konserwatystą i zwolennikiem rysunku kreskowego.

Ogromnie wiele dyskusji wywołują, zaczynając od ostatnich lat XIX-go stulecia aż do dziś dnia, obie konkurujące ze sobą najnowsze metody przedstawiania terenu — szwajcarska i Peuckerowska. Metodę szwajcarską spotkało najwięcej zarzutów; niektóre z nich, odnoszące się do sposobu skośnego oświetlenia wogóle — podałem wyżej, streszczając artykuł gen. Steeba.

Podobne zarzuty stawia Szwajcarom również szkoła niemiecka (Hack, 36, oraz Stavenhagen, 95), K. Peucker, oraz prof. Romer. Peucker powiada wprost, że: „piękna mapa szwajcarska nie jest wogóle mapą, a tylko malowanym widokiem w rzucie pionowym” (77); prof. Romer — że zarówno mapa Dufoura, jak i nowoczesne mapy szwajcarskie dają „obrazy nieprzedmiotowe”, które „nie tylko przejawiają, ale z gruntu fałszują istotę rzeźby Alp”! (87). Na zarzuty te starał się odpowiedzieć płk. Becker w kilku artykułach (9 — 12). „Powtarza się ciągle” — pisze on w pierwszym z nich — „zdanie, że ciemno wyrysowane zbocza budzą wrażenie większej stromości; zupełna to racja, jeżeli rysownikowi nie udało się rysunkiem światłocienia wzbudzić prawidłowego wrażenia istotnej pochyłości. Ale jest to tylko winą rysownika, nie zaś systemu!” Rysunek map szwajcarskich jest bądź co bądź najzrozumialszym z istniejących, a przecież kwestja zrozumiałości rysunku jest ważną wszędzie, zarówno w kulturalnym jak i w niekulturalnym środowisku. Z gorącą obroną artystycznego rysunku w kartografji Becker występuje w ogłoszonej w r. 1910 rozprawie p. t. „Sztuka w Kartografji” (12). Dobra mapa — podług niego — musi łączyć w sobie twórczość naukową i artystyczną, przyczem wykluczoną jest interpretacja tej ostatniej w sensie nieograniczonej dowolności: będzie ona zawsze oparta na pewnych ścisłych danych o stosunkach i formach, które obrazuje; musi ona uwzględnić to, że na mapie będą się ludzie uczyć, mierzyć na niej, obliczać, projektować. Odpowiednio potraktowany rysunek artystyczny temu nie przeszkodzi. Imfeld, nie znając geologii, tworzył przecie obrazy z których geolodzy odrazu odczytywali strukturę gór. Chodzi o to, żeby zrozumiano ważność momentu syntezy twórczej w kartografji, żeby

„geometra i matematyk” przestali „myśleć, że to oni są kartografami”! Becker żąda wreszcie dla swoich map miejsca w szkole, twierdząc, że tam będzie na miejscu „obraz, który okaże się najpodobniejszym do bezpośrednio obserwowanych” w naturze, obraz wykonany znakami, które „same siebie objaśniają”. Na zarzut, że mapa jego jest taksamo nienaturalna, jak mapy w świetle pionowym, odpowiada on, że jednak daje on „taki pionowy obraz terenu, z którego można bezpośrednio wywnioskować obrazy poziome”. Na zarzut, uznany zresztą i przez większość Szwajcarów, że metoda szwajcarska może być zastosowaną tylko w krainie wysokogórskiej, Becker próbował odpowiedzieć czynem: mianowicie pojechał do Palestyny i wykonał tam mapę okolic Jerozolimy, w rdzawym kolorycie przypominającym istotny wygląd pustyni (116).

Musimy na tem miejscu zauważyć, że poza granicami Szwajcarii metoda szwajcarska rozpowszechniła się naogół mało. We Francji wydano w podobny sposób jedną tylko mapę Montblanc'u *Viollet-le-Duc'a* (166), nieudaną, zastąpioną później przez mapę Imfelda. We Włoszech starali się wzbudzić zainteresowanie w tym kierunku Basevi i Fritsche (5): wykonali oni mapę grupy Gran Sasso w hipsometrii, połączonej z brunatnym cieniowaniem w świetle pionowym, które miało przypominać szwajcarski „Totalton”, oraz ciemnopopielatym cieniowaniem w świetle skośnym. Otrzymany efekt okazał się nieco ciężki. Cieniować mapy na wzór szwajcarski próbowano również i w Austrii.

Peucker w licznych swoich rozprawach (73 — 80) nieraz, jakeśmy to już cytowali wyżej, wdaje się w krytykę rozmaitych metod przedstawiania terenu. Uznaje on cieniowanie, jako konieczne dopełnienie barwnego rysunku hipsometrycznego: „bezpośredni obraz powierzchni topograficznej” — pisze on — „powstaje dopiero wraz z wrysowaniem cieni w podkład barwoplastyczny; same barwy dają nam tylko współrzędne wysokościowe, które cień łączy w naturalną krzywą”. Jest on raczej zwolennikiem cieniowania w oświetleniu pionowym, niż skośnym: „plastyczność skośnie oświetlonego rysunku jest jednostronna, gdyż całkowita plastyczność powinna pozostać jednakową przy oświetleniu i patrzeniu z każdej strony” (77). Pochwała mapy, że jest „jak relief”, jest bezmyślną Dalej (ibid.) Peucker zarzuca dążeniu do naturalności w mapach, że traktuje ono teren nie jako obiekt geograficzny, ale estetyczny, i wzywa kartografów do szczegółowej analizy środków, których mają oni zamiar użyć do tworzonych przez siebie obrazów.

Prof. Romer występuje przede wszystkim przeciwko niemieckiej metodzie kreskowej. Naoczność plastyczna map wykonanych podług tej metody — pisze prof. Romer (84) — jest w istocie zupełną iluzją teoretyczną. Daje ona poprawne obrazy terenu tylko w terenach o nieznacznych różnicach wysokości. Im większe te różnice, im formy krajobrazu potężniejsze, tem jest mapa kreskowa bardziej mdłą i monotonna. Niedosć na tem: odbicie silniejsze lub słabsze powoduje fałszowanie plastyki, nieraz do 20° — 30°! W Szwajcarii, „kraju gdzie kartografja wogóle doszła do najwyższej doskonałości” (86), przyjął się wprawdzie kreskowy system Dufoura; ale równocześnie przez atlas Siegfrieda rozwinięto tam metodę warstwicową, która pomimo swej mniejszej poglądowości najlepiej się nada do pomiarów i do każdego badania naukowego, i odpowiada wszel-

kim celom zarówno praktycznym jak i teoretyczno - naukowym. Również i inne państwa poszły przeważnie tą samą drogą. Natomiast w Austrii i Niemczech mapy kreskowe, zupełnie bezsilne w przedstawieniu bezwzględnej wysokości terenu oraz nie odpowiadające zupełnie dzisiejszym wymogom, są jednak w dalszym ciągu forsowane przez instytuty państwowe: wystąpienie Szefa Instytutu wiedeńskiego, gen. Pauliny'ego, przeciw kreskowaniu spowodowało jego spensjonowanie. Tak to konserwatywizm metod technicznych tamuje postęp nauki! (86).

Metodzie oświetlenia skośnego zarzuca prof. Romer, jakeśmy już powiedzieli wyżej, nieprzedmiotowość, niekonsekwencję oraz fałszowanie obrazu kartograficznego; uważa on za wskazane bezwzględne usunięcie tego sposobu zarówno z poważnej pracy naukowej, jak i przedewszystkiem z kartografii szkolnej, bez względu na to, czy to będzie mapa wykonana w tym systemie konsekwentnie, czy też stosująca „skośną szminkę” o zmiennym od wypadku do wypadku kącie oświetlenia (87, 88). Dalej prof. Romer zwraca uwagę na dziwne niekonsekwencje i bezsensy, które są rezultatem zbyt daleko idącej generalizacji rysunku kreskowego (84, 89); przytacza szeregi analitycznie rozważonych przykładów, do jakiego stopnia przesadzonym i zniekształconym jest na mapach atlasowych i ściennych, i to najpoważniejszych wydawnictw, obraz łańcuchów górskich tak jak np. Andy, których wysokość, o ile kreskowemu rysunkowi przypisywać jakieś konkretne wartości, zwiększoną jest na tych mapach kilkakrotnie. Bezwzględną konsekwencją tych doświadczeń — pisze prof. Romer (84) powinno być zastosowanie czystej hipsometrii jako najodpowiedniejszej metody graficznej dla celów nauki geografii. „Jestem aż nadto świadom, że obraz hipsometryczny, wydobyty kilku barwami, jest dalekim od tego, by odpowiadał wszelkim wymogom. Zastrzegam więc z góry, że metoda hipsometryczna nie może dać tak wyczerpującego obrazu linii wypiętrzeń, jak mapa szrafowa. Żądaniem jednak obrazu szczegółowego rzeźby terenu nie można w żaden sposób usprawiedliwić postuiatu kreskowania, wiszerowania, czy jakiegś innej manieri cieniowania. Wobec niczem nie zachowanego warunku jasnej i nie dwuznacznej czytelności mapy istnieją tylko ewentualności, wskazane przez stopień zbadania kraju jakoteż przez podziałkę, w której karta ma być wykonana. Bogata rzeźba w zbadanym kraju wymagać będzie przy zastosowaniu wielkiej podziałki wielkiej ilości barw; w obrębie każdej barwy można wreszcie dać także kilka warstwic, ile zbadanie kraju dopuszcza; ale z jakiej przyczyny rzeczy znane w szerokich konturach wielkich odstępów warstwicowych odtwarzać cieniami, metoda może naoczną, ale nieczytelną, tego nigdy nie zdołam pojąć!” (84). W ostatnich czasach (89) prof. Romer dorzuca nową garść analiz map kreskowych, pokazujących, do jakiego stopnia pozbawionym podstawy jest w niektórych wypadkach rysunek kreskowy w wielkich atlasach.

Poglądy prof. Romera miały znaczny wpływ na ustalenie sposobu przedstawiania terenu na Międzynarodowej Mapie Świata (22, 26, 105). Przeciw nim wystąpił ze strony austriackiej gen. Steeb (96), z niemieckiej M. Eckert (26). Gen. Steeb twierdzi, że zarzut „fałszowania form” można postawić każdej metodzie, gdyż już nawet samo dopasowywanie rysunku terenu do rysunku sytuacji powoduje przesuwanie warstwic (np.

przy drogach); prócz tego nieraz okazuje się koniecznem przesadzanie wygięć warstwic, aby dość czytelnie przedstawić niewielkie, ale wyraźnie zaznaczone nierówności terenu. Eckert zarzuca prof. Romerowi niewłaściwe interpretowanie rysunku kreskowego. Zarzuty te nie obaliły jednak głównej tezy prof. Romera, wspólnej z Peuckerem, a mianowicie tej, że ani obraz kreskowy, ani cieniowy jakiegokolwiek rodzaju, nie wypełniają głównego celu kartografji, a mianowicie przedmiotowości i wymierności obrazu powierzchni ziemi.

Kwestja zarzutu niekonsekwencji i dowolności rysunku cieniowego, stawianego mapom szwajcarskim, była poruszana przez płk. Beckera, o czem mówiliśmy wyżej, oraz ostatnio przez E. Imhofa; wogóle ostatnie lata przyniosły w dziedzinie przedstawiania terenu na mapach zupełnie nową dyskusję (26, 37, 52, 53), opartą o najnowsze zdobycze nauki w dziedzinie fizjologicznej i psychologicznej teorii widzenia barw. Do tej dyskusji powrócimy więc w rozdziale czwartym, ale przedtem musimy zapoznać się z temi podstawami teoretycznymi, które nam w tej dyskusji okażą się konieczne. Na razie widzimy tylko, że różnice poglądów wytworzone w rozmaitych szkołach kartograficznych w ciągu ubiegłego stulecia utrzymują się do dziś dnia, z temi tylko modyfikacjami, które przyniósł rozwój techniki reprodukcyjnej. Zwolennicy kreskowania i oświetlenia pionowego górują w Niemczech, gdzie na szerokich i w znacznej części płytowych formach górskich narodziła się metoda Lehmana; Szwajcarja hołduje nadal systemowi oświetlenia skośnego, który tak pięknie stwarza jej obrazy; warstwica jest uznana już wszędzie za niezbędny składnik mapy, gdyż nawet Niemcy i Austria wprowadziły ją po wojnie na swych nowych mapach 1:50 000, ale zdania są różne co do tego, w jakich ją stosować kombinacjach; do starych szkół dołączają się nowe, mianowicie hipsometryczne, w koncepcji Hauslabowskiej lub też — coraz częściej — Peuckerowskiej, z dążeniem do połączenia hipsometrii z cieniowaniem lub też bez takiego dążenia.

III.

Za najelementarniejszą teoretyczną podstawę przedstawiania terenu na mapach musimy uznać t. zw. geometrję rzutów kotowanych czyli cechowanych, która jest działem geometrii wykresłnej, specjalnie zastosowanym do zagadnień przedstawiania terenu topograficznego oraz wykonywania konstrukcyj, których podstawę stanowi taki teren.

Nie możemy się tu zajmować szczegółowym wykładem tej dyscypliny. Dział ten zawarty jest w znacznej części klasycznych podręczników geometrii wykresłnej, a u nas został opublikowany w postaci osobnej książki przez prof. Bartla (4). W formie najbardziej zastosowanej do potrzeb kartografji przedstawił go, jak mi się zdaje, Rothe (91); książeczka jego zasługuje na polecenie w szczególności tym czytelnikom, którzy nie znają zasad metody Monge'a. Tutaj przytoczę tylko najbardziej

podstawowe definicje, odnoszące się do przedstawiania terenu metodą rzutów cechowanych.

Cała ta metoda opiera się przede wszystkim na prostym geometrycznym założeniu, że rzut pionowy jakiegokolwiek punktu na przyjętą poziomą płaszczyznę odniesienia, czyli płaszczyznę porównawczą, oraz odległość pionowa tego punktu od tej płaszczyzny, zwana jego kotą, cechą, czy też, jak chcą niektórzy, znamieniem, wyznaczają w sposób jednoznaczny położenie tego punktu w przestrzeni. Cecha ma znak dodatni (wysokość), o ile punkt jest położony nad płaszczyzną porównawczą, ujemny zaś (głębokość), o ile punkt jest pod płaszczyzną.

Dla nas więc płaszczyzna mapy będzie płaszczyzną porównawczą, przedstawioną w zmniejszeniu odpowiadającym skali mapy. Równoległe do niej przeprowadzamy w równych odstępach szereg płaszczyzn pomocniczych, które nazwiemy płaszczyznami warstwowymi, albo warstwicowymi; odstęp ich pionowy nazwiemy odstępem warstwicowym.

Jeżeli mamy dwa cechowane punkty P_1 i P_2 , to wyznaczają one w przestrzeni prostą P_1P_2 . Zapomocą proporcjonalnego podziału rzutu tej prostej nietrudno jest wyznaczyć punkty przecięcia się jej z płaszczyznami warstwowymi przechodzącymi pomiędzy P_1 i P_2 , czyli zestopniować tę prostą. Nachylenie prostej wyrazi się przez różnicę cech P_1 i P_2 podzieloną przez odległość ich rzutów na płaszczyźnie odniesienia; albo też, co na jedno wychodzi, przez odstęp warstwicowy podzielony przez odległość czyli interwał rzutów przecięć jej z dwiema kolejnymi płaszczyznami warstwowymi. Odwrotność, t. j. interwał podzielony przez odstęp warstwicowy, nazwiemy modułem prostej. Jeżeli znanym nam jest kąt nachylenia α prostej do płaszczyzny odniesień, wówczas nachylenie wyrazi się jako $\operatorname{tg} \alpha$, moduł jako $\operatorname{cotg} \alpha$. Położenie prostej wyznacza się:

- a) przez dwa punkty cechowane,
- b) przez jeden punkt, rzut prostej, jej moduł (albo nachylenie) i kierunek spadku (ten ostatni dla uniknięcia dwuznaczności).

Płaszczyznę przyjęto w geometrii rzutów cechowanych wyznaczać zestopniowaną linią jej spadku, t. j. dowolną leżącą w niej linią, prostopadłą do linii jej przecięcia się z płaszczyzną porównawczą. Przez to samo linia spadku jest prostopadłą do linii przecięcia się danej płaszczyzny z płaszczyznami warstwowymi, to jest do warstwicy. Muszę tutaj zauważyć, że pojęcie warstwicy w geometrii wykreslnej — a zresztą i w kartografii — jest dwuznaczne, oznacza bowiem zarówno linię przecięcia się powierzchni topograficznej z płaszczyzną warstwową, jak i rzut tej linii na płaszczyznę porównawczą.

Linia przecięcia się dwóch płaszczyzn będzie linia, przeprowadzona przez punkty przecięcia się jednoznacznych warstwicy obu płaszczyzn. Podług tego określenia nietrudno taką linię skonstruować, gdy się ma obie płaszczyzny dane przez ich warstwice albo przez zestopniowane linie spadku, podług których te warstwice możemy przeprowadzić. Powyższe określenie można też zastosować do linii przecięcia się dowolnych powierzchni.

Dowolną krzywą wichrowatą wyznaczamy zapomocą dostatecznej ilości cechowanych rzutów jej punktów. Linje proste rzucające te punkty pionowo na płaszczyznę porównawczą tworzą walec rzucający, którego rozwinięcie pozwala na obliczenie długości linji wichrowatej. Otrzymana na rozwinięciu krzywa płaska będzie „przekształconą” naszej krzywej wichrowatej.

Krzywą, odznaczającą się tem, że nachylenie jej w każdym punkcie jest jednakowe, nazywa prof. Bartel linją stokową. Przekształcona takiej linji jest linją prostą.

Powierzchnię stożkową wyznaczają: linja krzywa płaska, ograniczająca jego podstawę, t. j. kierownica, oraz wierzchołek. Między warstwicami zachodzi tu stosunek podobieństwa; wiedząc o tem; możemy wstawić na stożek dowolną ilość warstwicy, zestopniowując odpowiednio jego prostą tworzącą. Nachylenie powierzchni stożkowej określamy nachyleniem linji jej spadu, t. j. linji spadu płaszczyzny stycznej do niej w danym punkcie. Ta linja spadu = kreska Lehmana i Benoit'a — przecina w każdym punkcie warstwice stożka pod kątem prostym. Rozumowanie to możemy zastosować do dowolnej powierzchni topograficznej, o ile przetniemy ją systemem płaszczyzn warstwowych tak gęstym, że odcinki tej powierzchni mieszczące się pomiędzy dwiema sąsiednimi warstwicami będziemy mogli uważać za powierzchnie, otrzymane przez ruch płaszczyzny stycznej równocześnie do obu warstwicy. Takie powierzchnie, których najprostszym wypadkiem jest powierzchnia stożkowa (górną warstwica = punkt), oznaczamy mianem powierzchni stokowych. Przy takim założeniu możemy interpolować wysokości na linjach prostopadłych równocześnie do obu warstwicy.

Powyższe uwagi wystarczą nam do wszelkich dalszych rozważań. Moglibyśmy coprawda kontynuować dalej tę „matematykę topograficzną”, wyprowadzając pewne wzory analityczne: tak n. p. możnaby podać tu analityczne określenie warstwicy, polegające na podstawieniu do wyrażania dla dowolnej powierzchni topograficznej:

$$F(x, y, z) = 0,$$

wartości stałej „h” na miejsce zmiennej „z”, oznaczającej wysokość rozważanej warstwicy; ale sędzę, że wykreślne traktowanie przedmiotu okaże się tu i naoczniejszym, i praktyczniejszym; pozwoli nam ono ustrzec się od błędów tego rodzaju, jakie popełnił Peucker (76), który podstawiał do wzorów analitycznych wartości, nie mające w sobie nic matematycznego, jak np. „naoczność”; spotkała go z tego powodu słuszna krytyka (ob. 26).

Przytoczone powyżej definicje geometrii rzutów cechowanych obejmują sobą trzy pojęcia morfograficzne: kotę czyli punkt cechowany, warstwice oraz linję spadu czyli kreskę. Pierwszem z tych pojęć nie będziemy się tu więcej zajmowali: „metoda kot” nie jest w najmniejszym stopniu metodą kartograficzną, tak jak nie jest taką metodą wypisywanie na mapach jakichkolwiek liczb i informacji słownych. Jest to tylko „zło konieczne”, środek ratunkowy, pozwalający nam zaradzić niektórym niedoskonałościom technicznym mapy, oraz surowy materiał, podstawa liczbowa do

konstrukcji mapy podług innych metod. Przejdźmy przeto od razu do warstwic.

Konstrukcję warstwic na mapie przeprowadzamy zwykle zapomocą interpolacji wysokości na liniach, łączących sąsiednie koty. Metodę tę stosuje się w kartografii najczęściej w tej formie przy przeprowadzaniu wszelkiego rodzaju izarytm; i zazwyczaj, o ile koty są gęste, wystarcza ona dla potrzeb praktycznych w zupełności. Jednak, traktując sprawę ściślej, trzeba zauważyć że popełniamy tu pewien błąd: mianowicie uważamy linje łączące w terenie poszczególne koty za proste Tymczasem w rzeczywistości są to krzywe, leżące w płaszczyznach pionowych; o ile powierzchnia przedstawiana nie ma gwałtownych załamań, a koty są dość gęste, można te krzywe odtworzyć wybierając po 3 — 4 koty, leżące jedna za drugą i budujące przez nie profil; wyznaczwszy na profilu punkty odpowiadające wysokości poszczególnych warstwic, przeniemy je na mapę.

Oczywiście, w praktyce sposób ten ma znaczenie minimalne; intuicja doświadczonego topografa zawsze mu podpowie najlepiej, jak przeprowadzić warstwicę, ale pod warunkiem, że będzie on ją rysować w polu, nie spuszczać oka z terenu — nie tak zaś, jak przez dłuższy czas robili topografowie austriaccy oraz angielscy, konstruując je w pracowni na podstawie kot lub też szkiców kreskowych.

Powiedzieliśmy już wyżej, że poto aby warstwice dawały możność ścisłych konstrukcyj, powinny one być dostatecznie gęste. Rozumie się samo przez się, że powinny być one przeprowadzone w odstępach równomiernych: jest to kardynalny warunek obiektywności rysunku warstwicowego, t. j. jednakowo dokładnego traktowania wszystkich powierzchni, bez względu na ich położenie. Tu jednak natykamy się na pierwsze trudności.

Istnieje pewna granica, stawiana gęstości warstwic przez technikę reprodukcyjną oraz bystrość wzroku ludzkiego. Jeżeli przyjmiemy, że dla dostatecznej widzialności warstwicy, odbitej na mapie w kolorze ciemnopomarańczowym, brązowym lub szarym, powinna ona posiadać grubość około 0.2 mm, wówczas nie możemy przeprowadzać takich warstwic więcej jak trzy na milimetr, nie obawiając się ich zlania. Z bliskiej odległości warstwice takie będą jeszcze możliwe do odczytania i policzenia; widziane z pewnej odległości—wytworzą w połączeniu z białą barwą rozstępów między niemi pewien jednolity ton kryjący mapę, analogicznie do tonu otrzymywanego przy druku z kliszy siatkowej albo też zapomocą t. zw. giloszy; przy mniejszych kątach spadku warstwice szerzej rozsunięte będą tworzyć ton jaśniejszy, wywołując w ten sposób pewną plastykę rysunku, analogiczną do plastyki rysunku kreskowego (ob. rys. 8).

Wskazaną wyżej maksymalną gęstość warstwic należy w każdym kraju zastosować do maksymalnego wchodzącego w nim w grę spadku. U nas w Posce, poza obszarem Tatr, będzie to spadek 35° — 40° , tak jak w systemie Lehmana; dla stromszych spadków możemy obrazu warstwicowego nie brać w rachubę, gdyż będą one w naszych warunkach obejmować wyłącznie urwiska skalne, dla których stosujemy zupełnie inny sposób oznaczania, a mianowicie rysunek bezpośrednio imitujący naturę, tak jak to zresztą przyjęto wszędzie; warstwice na tem miejscu możemy

przerwać. Praktycznie biorąc, możemy naszą normę maksymalną zastosować do spadku 30° ; wówczas nawet jeszcze dla spadku 40° warstwicę będą możliwe do przedstawienia, choć już trudne do odczytania (ob. rys. 8, przy jego wschodniej krawędzi). Wtedy przy interwale równym $\frac{1}{8}$ mm., będziemy mieli odstęp warstwic równy $\frac{1}{8}$ mm. tg 30° , t. j.

$$\frac{1}{8} \cdot 0,577 = 0,192 \text{ mm.}, \text{ okrągło } \frac{1}{5} \text{ mm.}$$

Przy skali więc 1:10 000 dopuszczalny odstęp będzie równy 2 metrom, przy 1:25 000 — 5 metrom, przy 1:100 000 — 20 metrom i przy 1:300 000 — 60 metrom. Ta ostatnia cyfra może jednak ulec pewnej redukcji wobec tego, że przy silniejszej generalizacji mapy obraz stromych spadków, które nigdy nie zajmują dużo miejsca, można cokolwiek rozsunąć.

Obraz otrzymywanej w ten sposób plastyki rysunku daje nam rys. 9. Górna jego część przedstawia u góry przekrój 1 mm. powierzchni papieru, na którym narysowano trzy warstwicę, a pod nim profil odpowiedniego spadku, przecięty śladami płaszczyzn warstwowych; dolna część rysunku wyobraża profil spadku 16° , przy którym trzy interwały zajmują już dwukrotnie większą przestrzeń. Widzimy, że o ile w pierwszym wypadku otrzymany stosunek cienia do światła jest jak 6:4, to w drugim mamy już 6:14, czyli 3:7. Spróbujmy ułożyć sobie tabelkę tych stosunków przy rozmaitych nachyleniach.

Przy 30° nachylenia	mamy	$c : b = 6 : 4$	(U Lehmana 6 : 3, co jest również, praktycznie biorąc, wartością graniczną).
„ 25° (ściślej 26°)	„	$c : b = 5 : 5$	(U Lehmana 5 : 4)
„ 20° (ściślej 21°)	„	$c : b = 4 : 6$	(„ 4 : 5)
„ 15° („ 16°)	„	$c : b = 3 : 7$	(„ 3 : 6)
„ 10° („ 11°)	„	$c : b = 2 : 8$	(„ 2 : 7)
„ 5° („ $5\frac{1}{2}^\circ$)	„	$c : b = 1 : 9$	(„ 1 : 8).

Widzimy więc, że skala światłocienia otrzymywana w rysunku warstwicowym jest, teoretycznie przynajmniej, podobną do skali rysunku kreskowego. W praktyce jednak otrzymywany efekt nie odpowiada tej skali. Dwie są tego przyczyny. Pierwszą jest ta okoliczność, że warstwicę zbyt się od siebie oddalają na łagodnych spadkach, na skutek czego przestają sprawiać nawet w przybliżeniu wrażenie „jednolitego tonu”, podczas gdy cieniutkie, lecz gęsto wyrysowane kreski jeszcze takie wrażenie wywołują; drugą przyczyną tej różnicy jest to, że rysunek kreskowy stanowi jednak modyfikację bezpośredniego rysunku form terenu, takiego jak się używa w artystycznym rysunku piórkowym oraz grawiurze, i który najbardziej sugestywnie działa na oko ludzkie, budząc w nim wrażenie przedstawionych form; rysunek zaś warstwicowy jest manjerą sztuczną, nie mającą nic wspólnego ze środkami używanymi w sztuce. Aby wzbudzić wrażenie przedstawianej formy, manjera ta albo wymaga od czytelnika dużego obycia z mapą i terenem, dzięki któremu wyrabiają się w nim odpowied-

nie skojarzenia, albo też musi się posługiwać pomocą dodatkowych środków, któreby u patrzącego wywołały skojarzenie bezpośrednie. O tem powiemy jeszcze kilka słów dalej.

Wracając do samych warstwic, to widzimy z podanej tabelki, że ich zdolność wyrażania spadków posiada tak granicę dolną jak i górną: istotnie, warstwicę rozsuniętą zbyt szeroko nie tylko przestają budzić w czytelniku skojarzenia, ale i przestają wogóle wyrażać formy o łagodnych wypukłościach, gdyż ich „nie chwytają”. Wywołuje to, odczuwające się szczególnie u nas przy dużym kontraście topograficznym między niżem a górami, wielkie trudności przy próbach zastosowania jednej i tej samej skali warstwic do górskich i do niżowych części kraju.

W pewnej mierze można temu zaradzić odpowiedniemi różniczkowaniem warstwic, oraz rozszerzeniem ich skali. Przedewszystkiem więc z szeregu warstwic normalnych, zasadniczych, wydzielamy co czwartą, względnie co piątą, odpowiadającą okrągłej liczbie metrów i podnosimy ją do rzędu warstwicy głównej, oznaczając kreską podwójnej grubości; wywołane przy tem wrażenie stopniowania zbrocza bardzo jest łatwo usunąć, zwiększając cokolwiek odstępy międzywarstwicowe przyległe do warstwicy głównej. — Dla terenów bardzo płaskich oraz form drobnych wprowadzamy warstwicę pomocniczą co pół lub nawet (jak w Niemczech) co ćwierć odstępu normalnego, rysując je liniami przerywanemi. Linij tych nie należy jednak nadużywać, gdyż wówczas otrzymujemy niepotrzebną a budzącą fałszywe wyobrażenie o terenie przesadę plastyki, której przykładem jest podany na rys. 10 wycinek z rosyjskiej „dwuwiorstówki”. Arkusz ten, jedyny zresztą tego typu na obszarze Polski, podaje cienkimi liniami warstwicę co pół sążnia, t. j. co 1 metr, co przy skali 1:84 000 jest nadzwyczajną przesadą. Z drugiej jednak strony, przy istnieniu kontrastów topograficznych nie należy nigdy zaniedbywać rysunku form łagodnych, jak to czynią np. Anglicy.

Rys. 10 daje nam jednak — pomimo swych złych stron — doskonały przykład, jak zapomocą wprowadzenia warstwic głównych można zagęszczać warstwicę znacznie bardziej, niżesmy to podali wyżej, nie osłabiając ich czytelności. Widzimy na nim mianowicie, że warstwicę główną zagęszczone są do 2 na milimetr, przyczem warstwicę zasadniczą nie mogą już być oczywiście całkowicie wyrysowane, przechodzą więc stopniowo w rodzaj cieniowania wypełniającego przestrzeń pomiędzy warstwicami głównymi. Technika tego przejścia jest nieco nieudolna, jednak sama zasada jest doskonała; nadzwyczaj umiejętnie stosują ją Amerykanie. U nas natomiast przy takim zagęszczaniu opuszcza się warstwicę zasadniczą zupełnie, co bardzo szkodzi plastycznemu efektowi, którego zasadą konieczną jest, choćby pozorna nawet, równoodległość warstwic. Drugi grzech przeciwko plastyce kreskowej widzimy na tablicy I. Jest to raptowna zmiana systemu warstwic na wysokości 500 mtr., stosowana na naszej mapie 1:300 000: poniżej tej warstwicy odstęp wynosi 20 mtr., powyżej — 50 mtr. Pomimo grubszego rysunku warstwic, sprawia to wrażenie gwałtownego załamania spadku, podczas gdy w rzeczywistości jest on równomierny. Wrażenie to można w pewnej mierze złagodzić cieniowaniem, jak widać z tabl. III. W każdym razie łatwiej już można się zgodzić z zastę-

powaniem warstw w stromszych miejscach przez kreski, które podkreślają tę stromość, jak to robiono na rosyjskiej „dwuwiorstówce”.

Rosyjskiemu przykładowi zawdzięczamy również stosowane u nas z powodzeniem „spady”, czyli w s k a ż n i k i s p a d k u w formie dorysowanych do warstw krótkich kreseczek, widocznych na rys. 10 i szczegółowo opisanych w tomie I „Wiadomości Służby Geogr.” przez płk. S z p a k o w s k i e g o (104). Jest to bezwątpienia najlepszy sposób oznaczania kierunku spadku, bezwarunkowo lepszy od niemieckich strzałek i amerykańskich ząbków, i zasługujący na jaknajszersze rozpowszechnienie.

K r e s k a m i czyli szrafami nazywamy linje, które rysuje się formy terenu prowadząc je prostopadle (ściślej: normalnie!) do warstw. Geometrycznie określiliśmy już kreskę wyżej, jako linję spadu, oraz powiedzieliśmy, że dla powierzchni krzywej linja ta jest identyczną z linją spadu płaszczyzny stycznej w danym punkcie do tej krzywej. Z tego określenia wynika, że aby móc przeciągać prostolinijne jednolite kreski pomiędzy dwiema sąsiednimi warstwami, jak tego wymaga technika kreskowania, trzeba pomiędzy temi warstwami mieć powierzchnię stokową, o równomiernym spadku; a o ile przedstawiana powierzchnia taką nie jest, to trzeba ją za taką uważać, co wobec okoliczności, że kreski, aby efekt swój osiągać, muszą być przynajmniej jakieś $1\frac{1}{2}$ — $1\frac{1}{2}$ mm. długie, wprowadza tu dość daleko idące m a n i e r o w a n i e r y s u n k u. Innemi słowy, system kreskowy rozkłada teren na szereg elementarnych odcinków stożkowych, ograniczonych od góry i od dołu odcinkami warstw, a przechodzących z boku jeden w drugi mniej lub więcej łagodnie. Otrzymana powierzchnia jest poniekąd taką, jaką widzimy na profilach używanych w budownictwie przy obliczaniu kubatury robót ziemnych, gdzie punkty, wyznaczające profil, nie łączy się jednolitą linją krzywą, lecz linjami prostymi, dla ułatwienia obliczeń. Ostatecznie i z tem można się pogodzić, o ile przedstawiane formy są szerokie i wyraźne. Jednak gdy zaczniemy rysować kreskami morenę denną, drumliny, tarasy rzeczne, wogóle formy drobne, a geometrycznie trudne, wówczas sposób kresek może nas zawieść zupełnie. Jest on zbyt „sztywny” dla tego rodzaju zadań, próby zaś uczynienia go bardziej „giętkim” przez rysowanie krzywych kresek (R ü d g i s c h, 92) psuły tylko w rezultacie cały jego efekt.

Dla prawidłowego i zdecydowanego rysunku tak kresek, jak i warstw, już od czasów Lehmana większa część topografów stosuje t. zw. l i n j e s z k i e l e t o w e. Linje te były dotychczas definiowane, jako „linje grzbietowe”, linje dolinowe (denne) czyli „talwegi” oraz „linje załamania spadku”. Najogólniejszem może ich określeniem będzie, że są to l i n j e c h a r a k t e r y s t y c z n e rysunku terenowego: więc linje kulminacji dodatniej lub ujemnej, linje maksymalnej krzywizny, wreszcie linje przecięcia się wzajemnego tych prawidłowych powierzchni krzywych, na które może być rozłożona powierzchnia ziemi.

Takie, bardziej podobne do matematycznego, ujęcie tych linij możeby ułatwiło trochę rysunek w pewnych wypadkach. Ale zawsze jednak pozostanie znaczna ilość form, które bezwzględnie nie poddają się ujęciu „linjami szkieletowemi”; przeciwnie, przeprowadzenie takich linij nieraz będzie miało jako skutek zmanjerowanie formy, jak to niejednokrotnie widzimy na mapach niemieckich. Będą to właśnie te formy, dla których rysunek

kreskowy jest zbyt „sztywny” i których przykłady podaliśmy wyżej; chwytać je prawidłowo można tylko przez „wymacywanie” dalmierzem i łąką, albo przez wyrobienie w sobie specjalnej w tym kierunku intuicji, albo wreszcie sposobem fotogrametrii, która pod tym względem nadzwyczajnie jest instruktywna.

Ogromną korzyść w tej dziedzinie przyniosły również s t u d j a m o r f o l o g i c z n e, prowadzone głównie we Francji (16, 60) oraz w Ameryce (23, 24, 94). Pozwalają one dla każdego terenu wynaleźć linie przewodnie i prawa, które rządzą jego ukształtowaniem, a topografa i kartografa uczą zastanawiać się nad szczegółami obrazowanych form i umiejętnie je chwytać. Topografia austriacka, pomimo że nie przeprowadzała tego rodzaju studjów, jednak stworzyła bardzo szczegółową nomenklaturę form, specjalnie dla terenów górskich. Nomenklaturę tę próbował przyswoić językowi polskiemu ksiądz L i b i Ń s k i (58).

Jeszcze parę słów należałoby tu powiedzieć o w a r s t w i c a c h s z k i c o w y c h, przybliżonych, przeprowadzanych „na oko” wówczas, gdy brak podkładu punktów wysokości. Rysunek taki jest właściwie nowoczesnym odpowiednikiem rysunku kreskowego, i może dać takie same informacje o terenie, pod warunkiem jednak, że pewnemu stopniowi zaęszczenia warstwic przypisze się pewne znaczenie kątowe, względnie, jeżeli się nie zapomina oceniać zawsze wszystkie różnice wysokości na oko i starać się umieszczać na stokach ilości warstwic odpowiadające tak ocenionym przewyższeniom. Utrudnia to cokolwiek wykonanie szkicu, ale jest, mojem zdaniem, konieczne; tymczasem mam wrażenie, że nasze szkoły wojskowe zbyt mało nacisku kładą na tę stronę nauki topografii.

Na tem zakończymy rozpatrywanie właściwości geometrycznych rysunku warstwicowego i kreskowego. Zapoznaliśmy się przy tej sposobności z kwestją efektu cieniowego dawanego przez warstwice. Efekt cieniowania podług systemu Lehmana omówiliśmy już w rozdziale I, tutaj musimy tylko zauważyć, że efekt ten niejednokrotnie już (26, 73) był określany jako p r z e s a d n y p r z y ś r e d n i c h s p a d k a c h; w tem też leży główna przyczyna zjawiska, słusznie podkreślanego przez prof. Romera (89), że rysunek kreskowy z a n a d t o p o d k r e ś l a f o r m y d r o b n e w s t o s u n k u d o f o r m w i e l k i c h. W mniejszym stopniu wadę tą posiada system francuski.

Mówiliśmy już pozatem o trudnościach, które przedstawia odtworzenie kąta spadku terenu podług rysunku kreskowego. Nawet jeżeli posiadamy szczegółową skalę kresek, odbitą na kawałku papieru, który można przykładać dożądanego miejsca mapy, to nieuniknione różnice silniejszego lub słabszego druku będą fałszować skalę w znacznym stopniu. Najpewniejszym więc jeszcze sposobem jest wybieranie na mapie równomiernych spadków, które można zestopniować, oraz prowadzenie prostopadle do kresek odcinków warstwic, które się przedłuża następnie ile można i sprawdza, doprowadzając do leżących w pobliżu kot.

Co się tyczy kreskowania wzgl. cieniowania podług zasady oświetlenia skośnego, to stworzoną została również pewna teoria, pozwalająca konstruować tego rodzaju rysunki, a mianowicie przez H. W i e c h e l a (108). Dla rozwiązania tego zagadnienia, Wiechel przeprowadza z rozpatrywanego punktu trzy linie: linię pionową (V, ob. rys. 11), linię normalną

do powierzchni topograficznej (N) oraz linię padania promieni przyjętego światła (L). Jeżeli oznaczymy przez φ kąt spadku, równy kątowi normalnej N z pionem V; przez α — kąt padania promieni światła w stosunku do pionu, t. j. kąt między L a V; przez ε — kąt padania światła na powierzchnię topograficzną, t. j. kąt między L a normalną N; i wreszcie przez δ kąt dwuścienny przy V, t. j. kąt pomiędzy dwiema płaszczyznami pionowymi, w których leżą linie N i L; wówczas z trójkąta sferycznego V N L mamy wzór następujący:

$$\cos \varepsilon = \cos \alpha \cos \varphi + \sin \alpha \sin \varphi \cos \delta.$$

Wzór ten pozwala obliczyć każdą z wchodzących weń czterech wartości podług trzech pozostałych. Gdy $\alpha = 45^\circ$, wtedy $\cos \alpha = \sin \delta = 0,707$, i stopień oświetlenia danego miejsca powierzchni topograficznej będzie:

$$\cos \varepsilon = 0,707 (\cos \varphi + \sin \varphi \cos \delta).$$

Dla uniknięcia żmudnych obliczeń Wiechel buduje podług tego wzoru bardzo ciekawy wykres—nomogram, pozwalający dla każdego położenia powierzchni topograficznej wyznaczyć odrazu stopień cienia (ob. rys. 12). Trzy koła spółśrodkowe oznaczają na nim nachylenia 5° , 10° i 20° do poziomu; punkt środkowy odpowiada nachyleniu 90° . Linja zakończona strzałą oznacza kierunek światła (w danym wypadku od południowego zachodu); linje ciągłe są to „izofoty” czyli krzywe jednakowego naświetlenia. Widzimy, że powierzchnie obrócone w stronę światła i nachylone więcej niż 20° powinny otrzymać ponad $\frac{1}{10}$ światła; że odpowiednio nachylone powierzchnie z przeciwnej strony góry mają poniżej $\frac{1}{10}$ światła, a natomiast $\frac{1}{10}$ i więcej cienia; że wreszcie zbocza spadające w kierunkach prostopadłych do kierunku światła, oraz powierzchnie poziome, utrzymują wszystkie około $\frac{7}{10}$ światła i $\frac{3}{10}$ cienia; ta ostatnia wartość przeważać więc musi na całej mapie. Wykres pozwala wynajdywać odrazu odpowiednią siłę światła cyrklem, postawionym jedną nóżką w jego środku — o ile odstęp warstwiczny w skali mapy równa się kresce, podanej obok wykresu.

Sam Wiechel zdawał sobie sprawę, że konstrukcja mapy jego sposobem byłaby zbyt żmudną w stosunku do otrzymywanego efektu: to też używał jej tylko do wyznaczania pewnych punktów, i zwracał główną uwagę na ogólny charakter rozkładu światła i cienia na poszczególnych formach. Potem sposób jego był stosowany m. i. przez K u h n e r t a; otrzymane rysunki pozornie przemawiały do patrzącego, podobnie jak fotografie skośnie oświetlonych modeli plastycznych; ale bliższe rozpatrzenie tych rysunków pokazywało, że dawany przez nie obraz zupełnie fałszuje rzeczywistość, gdyż nie uwzględnia kompletnie tych form, które przebiegają równoległe do kierunku padania światła. Prof. R o m e r, zdawszy sobie z tego odrazu sprawę, wystąpił do walki przeciwko wprowadzaniu tego rodzaju obrazów w szkolnictwie, i niemało trudu położył dla wyperswadowania nauczycielstwu ich szkodliwości (84, 88).

Sposób Wiechela nie jest jednak jedynym sposobem zastosowania „naturalnego” światła bocznego. Widzieliśmy już przykład innej jego koncepcji

na mapie D u f o u r a. Mapa ta, ponieważ jest kreskową, nie ma sposobu na wyrażenie płaszczyzny poziomej inaczej, jak białą; musi też ona zaznaczyć kreskami wznoszące się z tej powierzchni zbocze górskie, choćby to zbocze było w pełnym świetle (Imhof, 52). W ten sposób mamy na tej mapie już pewne połączenie światła skośnego, które przeważa zwłaszcza ku szczytom, ze światłem pionowym, przeważającym u podstawy gór i w rysunku form niżowych (ob. rys. 6). W czystszej formie widzimy skośne oświetlenie na mapie Królestwa Sardynji (ob. rys. 7), gdyż tam równiny są częściowo przynajmniej pokryte kropkowaniem. Jak tu jednak, tak i tam elementem najbardziej przykuwającym oko i „podciągającym całość ku górze” są szczyty górskie, odznaczające się wyrazistym i sugestywnym rysunkiem skał. Jeżeli szczyty te zakryjemy kawałeczkami papieru, wówczas ogólne wrażenie będzie bardzo osłabione i nawet miejscami niejasne (52).

Zatrąciliśmy tutaj o rolę r y s u n k u s k a ł w obrazie mapy. Drogi rozwoju tego rysunku są w dziejach kartografji zupełnie odrębne w porównaniu do dróg rozwoju metod rysunku terenu nieskalnego. Wbrew tej rozbieżności tendencji, którą tam widzimy, w przedstawianiu skał wszyscy kartografowie dążą do możliwie wiernego r y s u n k o w e g o, nie symbolicznego przedstawienia obiektu: mapa staje się tu istotnie „obrazem” terenu. Obraz taki nieraz bardzo dziwnie kontrastuje z obokległym symbolicznym obrazem warstwicowym, stanowiąc na niektórych mapach — np. na szwajcarskiej mapie 1:50 000 (162) lub na naszej mapie Tatr Zwolińskiego (168) — jedyne naprawdę plastyczne ich części. Najwięcej do postępu rysunku skał na mapach przyczynili się oczywiście Szwajcarzy, z L e u z i n g e r e m na czele.

Wracając do cieniowania przy skośnym oświetleniu, to poza wymienionymi już trzema jego odmianami: automatyczną (podług fotografii), Wiechelowską i Dufourowską wyróżnimy jeszcze czwartą, mianowicie c i e n i o w a n i e przy z m i e n n y m k ą c i e ś w i a t ł a. Odmiana ta, której, jak widzieliśmy wyżej, wielokrotnie zarzucano i zarzuca się do dziś dnia niekonsekwencję i dowolność, w stopniu, niedopuszczalnym na mapie, została niedawno ściślej opisana przez E. I m h o f a (52). Opiera się ona, jak się wyraża Imhof, na poszukiwaniu w ł a ś c i w e j s y l w e t k i danej formy topograficznej, za przykładem malarzy, którzy szukają sylwetki oddającej najwłaściwiej ich model zapomocą zmian światłocienia, obracając stopniowo ten model w stosunku do promieni światła. To samo powinien robić — podług Imhofa — i kartograf, rzucając na swój model stopniowo coraz to inne światło, aż dopóki charakterystyczna jego forma nie otrzyma w światłocieniu najlepszego wyrazu. Przechodząc do formy sąsiedniej, może rysownik zmienić cokolwiek światło, ale nie zanadto, żeby nie gmatwać obrazu; wyrysowawszy tym sposobem kolejno wszystkie szczegóły, powinien on następnie uwypuklić oddzielne grupy gór łącznych ze sobą, zaciemniając jedną stronę każdej grupy, a rozjaśniając drugą; dopiero w ten sposób zharmonizowany i uogólniony obraz może naprawdę sprostać wszelkim wymaganiom. Jednak w manjerze tej kartografowie bardzo łatwo wpadają w niekonsekwencję, zbyt uwydatniając szczegóły, zmieniając dowolnie światło i przygniatając obraz ogólnymi cieniami, z czego przy nieuwzględnieniu należytego podkładu warstwic i sytuacji powstają istot-

nie „mapy“, o których sami Szwajcarzy mówią, że nadają się tylko „na tapetę do sklepików“ (107).

Rozpatrzyliśmy w ten sposób wszystkie elementy rysunku cieniowego mapy. Zanim przejdziemy do wniosków, musimy jeszcze rozpatrzyć elementy jej rysunku barwnego, co uczynimy w następnym rozdziale.

IV.

Barwa na mapie może być użyta w postaci linii, plam oraz barwnej powierzchni tła. Warunki oddziaływania barw na oko widza w wymienionych trzech postaciach są różne; to też będziemy tutaj zawsze rozróżniali barwy liniyjne od barw tłowych oraz plam barwnych. Grę barw na mapie można należycie wykorzystać tylko pod warunkiem dokładnego zaznajomienia się z samymi barwami i techniką ich używania. Wielu kartografów grzeszy przeciw tej zasadzie. I nie należy się temu dziwić, gdyż do dziś dnia brakło narzędzia, któreby umożliwiło im przeprowadzenie analizy tego środka wypowiedzenia się kartograficznego, jakim jest barwa. Użycie więc barw na mapie musiało być oparte na pewnej intuicji i smaku indywidualnym, który się wyrabiał wraz z rutyną fachową; o ile go brakło, wtedy decydującą w tej mierze instancją stawali się drukarze, i pierwotny pomysł mapy, o ile był nawet jasno przez autora sprecyzowany, — zostawał nieraz wypaczony.

Obecnie następuje gruntowna zmiana w tej dziedzinie. Nowowynaleziona systematyka barw Ostwalda, opracowana przez znakomitego chemika w okresie wojny światowej, przystosowana następnie częściowo dla celów kartografji przez H a a c k a (37), a wyłożona w najogólniejszych zasadach w języku polskim przez T. O r y n g a (63), daje nam wreszcie tutaj ścisłą metodę, zrozumiałą dla laika i łatwą do zastosowania dla celów praktycznych. Systematyka ta jest rezultatem długiego i żmudnego procesu formowania się dzisiejszej nauki o barwach, nauki, będącej równocześnie gałęzią fizyki, fizjologii i psychologii; w ciągu całego stulecia szukano dróg do jej ułożenia, nie brakło całkowitych systemów, które próbowano wprowadzać w życie (ob. 18, 21, 110), jednak żaden z tych systemów nie dorównał Ostwaldowskiemu, gdyż żaden nie opierał się na tak wszechstronnej analizie przedmiotu, i na tak udoskonalonych środkach badania. Obecnie Ostwaldowska systematyka barw, po krótkim okresie zaciętej walki zarówno w świecie fizyków, jak i malarzy, została prawie już powszechnie przyjętą w Niemczech, zwłaszcza w dziedzinie sztuki stosowanej, oraz zaczyna przenikać do innych krajów; przyszłość jej jest bezwarunkowo pewniejszą od innych, dawniejszych podobnych systemów, tembardziej, że stworzono już na jej podstawie znaczną ilość narzędzi praktycznych, cieszących się wielkiem powodzeniem; sądzę więc, że niema już dziś żadnych przeszkód do ogólnego jej zastosowania również i w kartografji.

Aby uwzględnić całe bogactwo barw, rozróżnianych przez oko ludzkie, Ostwald przeprowadził przedewszystkiem badania t. zw. b a r w o d n i e s i o n y c h, t. j. odbitych wzgl. rozproszonych przez przedmioty nieprze-

zroczyste. W ten sposób objął on swoim systemem wszystkie barwy „brudne”, oliwkowe, brunatne i t. d., które nie wchodzi do używanego w fizyce szeregu „barw widmowych”; ten szereg stanowi tylko część składową, jeden z elementów systemu Ostwalda, ale i w tej postaci jest on uzupełniony barwą purpurową, t. j. mieszaniną czerwonej i fioletowej, której w widmie słonecznym niema. Badania o których mówię wykazały, że kombinacje barw tak uzupełnionego widma z barwą białą i czarną w rozmaitych proporcjach obejmują istotnie wszystkie możliwe barwy. Kombinacje te opierają się na tak zw. *a d d y t y w n e m m i e s z a n i u b a r w*, zapomocą wirującego krążka, podzielonego na odpowiednie wycinki — jedynym, jak to wykazał Ostwald, prawidłowym sposobie, gwarantującym czystość otrzymywanej mieszaniny.

System barw Ostwalda opiera się więc na dwóch konstrukcjach zasadniczych: konstrukcji widma oraz konstrukcji kombinacji poszczególnych barw widma z barwami białą i czarną. Konstrukcję widma, uzupełnionego barwą purpurową, Ostwald przeprowadza w postaci koła, na którym umieszcza kolejne barwy widma tak, aby barwy dopełniające się, t. j. dające w połączeniu neutralną barwę szarą, leżały naprzeciwko siebie.

Ten krąg barwny Ostwalda widzimy na rys. 13; ktoby chciał go widzieć w naturalnych barwach, musi zajrzeć do książeczki Ostwalda p. t. „Abecadło barw” (67), ilustrowanej próbkami barw nałożonemi ręcznie, i w ten sposób pozbawionej wszelkich niedokładności, wynikających z techniki druku. Tak samo wykonaną tabelkę umieszczono również w czasopiśmie: „Południe” z r. 1922, jako załącznik do wspomnianego wyżej artykułu p. *O r y n g a* (63). Tutaj próbowałem tylko oznaczyć barwy przez odpowiednie ich nazwy.

Widzimy z rys. 13, że krąg Ostwalda zawiera pewną ilość barw, do których nie jesteśmy przyzwyczajeni i które nie były uwzględniane w dotychczasowych systemach: są to, poza barwą purpurową dodaną do widma, przede wszystkim rozmaite barwy leżące pomiędzy niebieską a zieloną, dla których dość mi trudno było powynajdywać odpowiednie nazwy. Okazało się bowiem z badań Ostwalda, że te właśnie barwy są dopełniającymi dla barw pomarańczowych i czerwonych, a nie barwy niebieskie i zielone, jak dotychczas sądzono. Taksamo barwy fioletowe okazały się dopełniającymi dla żółtozielonych, a nie dla żółtych; żółte — dla niebieskich raczej, niż dla fioletowych, pomimo, że mieszanie barwników malarskich zdawało się temu przeczyć. Jednocześnie wyżył się Ostwald w swoim systemie wielkiego błędu, który popełniano we wszystkich systemach dawniejszych, mianowicie tego fałszywego założenia, że wszystkie barwy dadzą się otrzymać przez mieszanie trzech barw zasadniczych, żółtej, czerwonej i niebieskiej, czy też pomarańczowej, fioletowej i zielonej. Czystej barwy seledynowej albo „pawiej” nie otrzymamy w żadnym razie z mieszaniny żółtej z niebieską, gdyż przy mieszaniu barw leżących tak daleko od siebie na kręgu widmowym następuje zmętnienie, przyciemniająca i modyfikująca otrzymywaną barwę wypadkową. Dlatego też, mieszając barwy zieloną i czerwoną, nie otrzymamy leżącej pomiędzy nimi żółtej, ani pomarańczowej, ale brunatną, czyli kombinację pomarańczowej z czarną.

Kombinacje tych barw widmowych, pełnych, czystych, czyli nasyconych z barwami białą i czarną oparł Ostwald na tem założeniu, że o ile na krążku barwnym zwiększamy ilość jednej z dwóch mieszanych ze sobą barw, to ilość drugiej musimy o tyleż zmniejszyć, gdyż powierzchnia krążka pozostaje niezmienną; gdy mieszamy trzy barwy, to, o ile zwiększamy ilość jednej, a ilość drugiej pozostaje bez zmiany, wówczas ilość trzeciej musimy zmniejszyć o tyle, o ile zwiększyliśmy ilość pierwszej. Wogóle mieszanie trzech barw, więc jakiejś pełnej p , np. żółtej, czarnej; c i białej b , wyraża się równaniem

$$p + c + b = 1,$$

gdzie jedynce przyrównaliśmy wartość barwną powierzchni, na której zachodzi mieszanie barw, w danym wypadku powierzchni wirującego krążka.

Takie stosunki najłatwiej uwidaczniają się na wykresie, mającym postać trójkąta, którego wierzchołki odpowiadają warunkom $b = 1, c = 1,$ i $p = 1$, czyli wypełnieniu całego krążka przez jedną barwę. W miarę jak oddalamy się np. od wierzchołka „B” (ob. rys. 14) odpowiadającego czystej barwie białej, mamy coraz to więcej miejsca na zastosowanie barw czarnej i żółtej; linje aa, cc, ee, \dots będą to linje równej zawartości bieli, (szeregi jednako-białe), aż do boku PC włącznie, na którym zawartość bieli równa będzie zero, natomiast będziemy tam mieli tylko kombinacje barwy żółtej z czarną (szereg barw przyćmionych). Taksamo na boku PB będziemy mieli tylko kombinacje barwy nasyconej z białą, t. j. barwy rozjaśnione, nie zawierające czerni; gdy przejdziemy do następnego szeregu równoległego do PB, będziemy w nim już mieli pewną zawartość czerni, i mniejszą skalę kombinowania bieli z żółcią; w następnych szeregach skala ta będzie coraz mniejszą, co się wyraża w stopniowym zmniejszaniu się ilości pojedynczych barw, wyróżnionych w tych „szeregach jednako-czarnych”. Widzimy to na rys. 15, przedstawiającym już samą kasyfikację barw w „trójkacie zmętnienia”, opartą na wykresie rys. 14. Każdą z wyróżnionych w trójkacie 98 barw (dla uproszczenia systemu opuściliśmy tutaj co drugi szereg w każdą stronę, co dla celów praktycznych zupełnie wystarcza i co robi zresztą sam Ostwald; mamy więc barw 28) Ostwald oznacza dwiema literami, z których pierwsza symbolizuje zawartość bieli (a — największa, n — najmniejsza praktycznie możliwa) oraz druga — zawartość czerni (odwrotnie: a — najmniejsza, n — największa). Zawartości barwy czystej oznaczać już nie potrzeba, gdyż wyznacza się ona podług tamtych dwóch składników, wypełniając pozostałą resztę miejsca na krążku. Symbol więc „na” określać będzie barwę, w której zarówno zawartość bieli jak i czerni jest minimalna, a więc nasyconą barwę widmową; — szereg „aa”, „bb”, „cc”, „dd”, „ee”... „nn”, w którym zawartość bieli zaczyna się od najwyższej możliwej i stopniowo spada, przyczem równocześnie wzrasta w odpowiednim stopniu zawartość czerni — będzie obejmował wszystkie barwy szare, nie zawierające zupełnie barw widmowej.

Podział trójkąta rys. 14 w nierównych odstępach pochodzi stąd, że stosownie do znanej w psychologii zasady W e b e r a, aby otrzymać wra-

żenie równomiernych zmian odcienia, musimy podniety dobrać tak, aby rosły one w postępie geometrycznym. Ponieważ idealna barwa czarna odpowiada brakowi wszelkiej podniety wzrokowej, barwa zaś biała — maksymanej w danym wypadku podniecie, wystarcza więc do czarnej barwy dodać bardzo niewielki procent białej (Cn_1 na rys. 14) aby uzyskać wrażenie zmiany; tymczasem do pełnej bieli (B) trzeba dodać już dosyć znaczną ilość czerni (Ba_1), aby uzyskać wrażenie takiej samej zmiany; każdy może to stwierdzić doświadczalnie. Taksamo wzdłuż linii PB barwa biała jest podnieta silniejszą niż jakakolwiek nasycona barwa widmowa, i wystarczy jej dodać do tej ostatniej bardzo niewiele, aby uzyskać wrażenie zmiany.

Tak więc zasada kombinowania barw w trójkącie zmętnienia jest logarytmiczna, w przeciwieństwie do kręgu barwnego, gdzie jest ona arytmetyczna. Absolutnie czysta biel, czerń i barwa nasycona nie są praktycznie osiągalne, dlatego też i nasza skala na rys. 14 zaczyna się w pewnej odległości od punktów B, C i P.

Zestawiwszy 24 trójkąty zmętnienia dla 24-ech barw Ostwaldowskiego widma, otrzymamy całokształt 511 barw (szereg BC liczymy tylko jeden raz, gdyż jest on jednakowy we wszystkich trójkątach); całokształt ten wystarczy dla wszystkich zagadnień praktycznych. Aby otrzymać jednolity wykres wszystkich barw, należałoby zestawić wszystkie 24 trójkąty temi wspólnymi bokami BC do siebie, natomiast wierzchołkami P na zewnątrz, w kolejności barw widma; otrzymamy wówczas wykres przestrzenny w kształcie grubego wrzeciona albo frygi, złożonej z dwóch stożków obróconych podstawami do siebie; osią tej frygi będzie szereg szary BC, obwodem — krąg barw nasyconych. Praktyczne znaczenie tego, zdawałoby się, nieco fantazyjnego utworu leży w tem, że każde koło przeprowadzone w nim tak, że linja BC może być uważana za jego oś, zakreśli sobą krąg barwny, złożony z barw o jednakowym stopniu zmętnienia, czyli jednakowym stopniu zawartości czerni i bieli, a różniących się między sobą tylko numerem wchodzącej w ich skład barwy widmowej. Takie barwy, umieszczone obok siebie, czynią na patrzącego przyjemne wrażenie równomierności i równowagi wzajemnej; tworzą więc to, co w malarstwie i sztuce stosowanej przyjęto nazywać — na wzór muzyki — szeregiem harmonijnym.

W ten sposób doszliśmy do najważniejszego praktycznego zastosowania teorii barw: pozwala nam ona wyznaczyć prawa, które rządzą harmonją barw, i podaje zasady, podług których każdy może stosownie do swych potrzeb barwy harmonijnie układać.

Oprócz opisanych powyżej harmonijnych kręgów równowartościowych, mamy w systemie barw jeszcze inne harmonijne szeregi. Przedewszystkiem takim harmonijnym szeregiem jest szereg szary BC: jeżeli z tego szeregu weźmiemy trzy barwy w równych od siebie odstępach, np. aa — cc — ee, albo bb — ee — hh, i wykonamy tak dobranymi barwami rysunki, to rysunki te będą harmonijne. Taksamo harmonijne rysunki otrzymamy, jeżeli weźmiemy z któregośkolwiek trójkąta zmętnienia szereg, równoległy do BC: np. ca — ee — ge — ig — li; uzyskamy wówczas harmonję światłocieni, skąpaną w pewnym jednolitym tonie kolorowym: t. zw. harmonję jednotonową. Taksamo

wreszcie harmonijne efekty otrzymać można na liniach, równoległych do PB lub PC. Jeżeli zaś do takiego harmonijnego rysunku wprowadzimy barwę z innego szeregu, wówczas odrazu odczuwamy ją jako dysharmonję — za wyjątkiem wypadku, gdy barwa ta wchodzi do rysunku w odrębnym charakterze, np. jako barwa linijna, podczas gdy inne barwy wchodzą jako barwy tłowe. W tym ostatnim wypadku barwa linijna może i nawet powinna być o wiele intensywniejszą od barw tłowych, które działają na widza swą znacznie większą powierzchnią.

Barwy w obrębie poszczególnych szeregów harmonijnych powinniśmy, jak to już zaznaczyłem, brać w równych odstępach, i przytem w odstępach nie zanadto wielkich. Co do wyboru barw na kręgach równowartościowych, to oprócz zasady równych odstępów musimy jeszcze zwracać uwagę na r ó w n o w a g ę barw. Jeżeli np. mamy jakiś rysunek, którego znaczną część musimy pokryć, dajmy na to, barwą bladobłękitną „ea 16”, wówczas najlepszy efekt harmoniji otrzymamy przez wypełnienie innych części rysunku dopełniającą barwą bladopomarańczową „ea 4”, albo też dwiema barwami rozłożonemi na kręgu w stosunku do niej symetrycznie, np. bladzielonożółtą „ea 24” i bladokarminową „ea 8”. W barwach nasyconych należy takich kontrastów unikać, gdyż one są zbyt rażące; natomiast doskonale harmonizują w ten sposób ze sobą barwy przyćmione, jak brunatna, oliwkowa i t. p. Czasem też dobrze wychodzą zestawienia barw, wziętych na jednej stronie kręgu, byle w równych odstępach.

Systematyka Ostwalda pozwala nam mierzyć i ściśle oznaczać symbolami barwy na wszelkiego rodzaju rysunkach; jest ona zatem istotnie wszechstronnem narzędziem analizy barw, jako środka wyrażania się rysunkowego. Dla przeprowadzania pomiarów najdogodniejsze są t. zw. „drabinki barwne”, wyrabiane przez eksploatującą wynalazki prof. Ostwalda firmę „Unesma” (169). Nakładając je na rysunek, możemy zupełnie dokładnie zmierzyć jego poszczególne składniki barwne, o ile tylko mamy je w plamach nie mniejszych niż $\frac{1}{2}$ cm². Tańsze, ale mniej dokładne są „poszukiwacze harmoniji” wyrabiane przez firmę „Ostwald-Energie” (170); podobny do nich przyrząd widziałem i we Francji (171), ale kolory na nim dobrane są zupełnie błędnie podług przestarzałego już układu, nie rozróżniającego nawet ściemnienia barwy od jej zagęszczenia.

Jak już wiemy, pierwszym kartografem, który prowadził studja nad barwami specjalnie dla zastosowania ich do przedstawiania terenu na mapach, był Karol Peucker. W jego „Plastyce barw i cieni” (73) znajdujemy całą teorię zbudowaną w tym celu, — teorię, która antycypowała częściowo późniejsze studja Ostwalda (ob. o tem u H a a c k a, 37).

Efekt plastyczny barw zależy, podług Peuckera, od ich jasności, nasycenia, oraz położenia barwy w widmie. D z i a ł a n i e j a s n o ś c i polega na tem, że źrenica musi się do niej przystosować, zwężając się przy patrzeniu na plamę jasną, a rozszerzając się przy patrzeniu na ciemną. Otóż ponieważ źrenica zwęża się również przy patrzeniu na bliskie przedmioty, a rozszerza przy patrzeniu na dalekie, więc w pewnych warunkach biała plama umieszczona na ciemnym tle, zmuszając źrenicę do zwężania się przy patrzeniu na nią, — może się wydać leżącą bliżej od tego tła.

Nasycenie barwy działa na oko przez analogję do efektu perspektywy powietrznej, która osłabia intensywność koloru przedmiotów

wraz z ich oddaleniem się od oka. Plamy więc barwy intensywnej powinny wydawać się bliższymi od bladego tła na którym leżą.

Na działaniu efektów jasności i nasycenia Peucker oparł najprostszą swoją skalę barwoplastyczną, t. zw. adaptacyjno-perspektywiczną (ob. 79, 57). Zaczyna się ona od barwy szarej średniej gęstości (około „ff” podług skali Ostwalda), która ma sprawiać wrażenie najniższego poziomu; następnie idą trzy stopnie szare, kolejno coraz jaśniejsze (ee, dd, cc); poczem następuje barwa biała, która ma oznaczać średnią wysokość. Po białej następuje blado-żółta (w przybliżeniu ca 2), jasno-żółta (ea 2), żółta (ga 2) i żółta wzmocniona (ka 2). Zasadą tej skali jest, podług Peuckera, wzmacnianie krańcowych jej członów w postępie geometrycznym, aby zadośćuczynić prawu Webera. Symbolizuje on to szeregiem: $-1, -0,5, -0,25, -0,12, 0, +0,12, +0,25, +0,5, +1$. W praktyce skala ta daje obraz dość przejrzysty, ale sugestywny tylko w górnych częściach, i tylko wtedy o ile barwy żółte występują w niewielkich plamach otoczonych możliwie bezpośrednio barwą szarą. O ile żółci jest zbyt wiele, wytwarza się brzydka „jajecznicza”; białe plamy nie mówią zupełnie nic, i nawet jakby rozrywają ciągłość obrazu; dolne zaś tony szare, o ile ich jest za dużo, obciążają obraz i również nie dają efektu.

Trzecim i najważniejszym czynnikiem efektu plastycznego barwy jest, podług Peuckera, położenie jej w widmie. Dwie są teorie wpływu tego czynnika. Pierwsza, przyjęta w fizjologii już oddawna, wyprowadza efekt plastyczny stąd, że promienie niebieskie i fioletowe silniej załamują się w soczewce ocznej, niż promienie żółte i czerwone; jeżeli więc oko patrzy na przedmiot koloru załamującego się średnio, np. zielonego, i soczewka oczna ogniskuje te zielone promienie w płaszczyźnie siatkówki (z, ob. rys. 16), to w tym wypadku promienie niebieskie (n) ogniskują się cokolwiek przed siatkówką, promienie czerwone (c) — za siatkówką; aby widzieć wraźnie przedmiot niebieski znajdujący się w tejże odległości (p), oko musi zrobić ten sam ruch akomodacji, co przy patrzeniu na przedmiot bardziej odległy, aby zaś widzieć przedmiot czerwony — potrzebny jest taki ruch, jak przy patrzeniu na przedmiot bardziej bliski.

Druga teoria, wysunięta przez wiedeńskiego geografa B r ü c k n e r a wspólnie z jego bratem fizjologiem (19) i przyjęta przez Peuckera za główną podstawę jego tezy, tłumaczy efekt plastyczny tem, że tak zwana żółta plamka na siatkówce, odpowiadająca kierunkowi widzenia, jest umieszczona cokolwiek niesymetrycznie w stosunku do osi optycznej oka (ż, ob. rys. 17); promienie więc, które na nią padają, ulegają pewnemu jednostronnemu załamaniu przy wchodzeniu do oka. Ponieważ promienie niebieskie i fioletowe (n, rys. 117) załamują się w ten sposób silniej od innych, więc padają one na żółtą plamkę nieco bliżej do środka siatkówki niż czerwone (c); pierwsze więc robią wrażenie przychodzących z większego oddalenia (n,) niż drugie (c').

Wreszcie i analogja perspektywy powietrznej powinna tu działać na oko, ponieważ przedmioty bardzo odległe niebieszczeją dzięki przechodzeniu przez grubą warstwę atmosfery.

Na tych rozważaniach opiera Peucker swoją główną skalę barwoplastyczną, ogłoszoną, jak i poprzednią, w jego rozprawie „O mapach war-

stwobarwnych" (79) i zreprodukowaną w polskim podręczniku mjr. L e w a k o w s k i e g o (57). Skala ta zaczyna się od tejże szarej barwy „ff”, która ma sprawiać efekt przymglenia przez oddalenie. Trzema tonami mieszanymi (w przybl. hf 21, gd 21, gb 21) skala przechodzi następnie do barwy zimno-zielonej (fa 21); odtąd zaczynają się barwy bez zawartości czerni: żółtozielona (fa 23), kanarkowa (fa 1), chromowa jasna (ea 2), chromowa ciemniejsza (ga 2), ochrowa, mocniejsza (ha 3), ochrowa mocna (ka 3), pomarańczowa (la 4), pomarańczowa ciemna (mb 4) i dwie cy-nobrowe (ma 5, na 5).

Widzimy, że główna skala Peuckera nie opiera się na samej tylko zmianie barw widma, ale i na tych czynnikach, które były podstawą jego skali adaptacyjno - perspektywicznej, mianowicie na przyćmiewaniu dolnych jej stopni i nasilaniu górnych.

Mapa, wykonana przez Peuckera według tej skali, łączy ją z lekkim, szarofioletkowym cieniowaniem (w tonie „ig 13”), w oświetleniu skośnym od południa, i z brunatnymi warstwicami. Przedstawiając tereny o dużych różnicach wysokości, robi ona naogół wrażenie przyjemnej różnobarwności: również i wrażenie plastyki jest dość wyraźne, zwłaszcza tam, gdzie żółtawe góry przylegają prawie bezpośrednio do ciemnozielonej i szarej doliny. Jednak szare części rysunku są jakby przybite, a żółte (środek mapy) dają efekt trochę drastyczny i nienaturalny. Odcinki, wykonane na próbę bez cieniowania i bez warstwic, pokazują, że mapa traci wiele na braku cieniowania (teren wydaje się stopniowanym nakszałt schodów), ale jeszcze więcej na braku warstwic, bez których rysunek robi wrażenie nieforemnej mgiełki.

Jak już omówiłem w rozdziale I, system Peuckera uległ stopniowo pewnej ewolucji, która w rozmaitych szkołach kartograficznych, stosujących barwoplastykę, rozmaity też miała przebieg. W najbardziej czystej formie podstawową ideę barwoplastyki widmowej Peuckera - Brücknera stosuje F r e y t a g. Oto jedna z jego skal, ułożona dla mapy topograficznej o niezbyt wielkim zasięgu wysokościowym (142): dół — seledynowy, dość brudny (fe 22); następny ton — również dość brudny, żółtozielony (ic 24); trzeci — chromowy (fb 3), następnie pomarańczowy (hb 3—4) i czerwono - pomarańczowy (ib 4—5). Warstwic niema, zato popielate kreskowanie w świetle pionowym. Jedyłą częścią mapy, która wychodzi dobrze, jest nizina, i to o tyle tylko, o ile jest oznaczona pierwszym stopniem skali i odgraniczona cieniowaniem od innych barw; cała reszta jest mglista, a użyty ton żółty jakby nie harmonizuje z resztą barw.

Weźmy teraz znaną mapę Polski 1 : 5 000 000 z małego atlasu prof. R o m e r a, w najpiękniejszym jej wydaniu, noszącym u dołu podpis: „Miedzynarodowa skala barw pod kontrolą Dr. K. Peuckera”. Skala zaczyna się od koloru zimno-zielonego, prawie seledynowego (fa 19—20), bardzo ładnie kontrastującego z resztą barw; następnie idzie żółtozielony, nieco zmętniony przez giloszowanie (fb 23), po nim jasno-chromowy (fa 2); dalej mocniejszy od poprzednich ochrowy (hb 3), wreszcie pomarańczowy (ka 4) i czerwono-brunatny (lc 4). Trzy ostatnie kolory są znacznie mocniejsze, niż trzy pierwsze, które, jak widzimy z symboli, są równoważnościowe; ale ta większa moc wyższych kolorów nie psuje ogólnej

harmonji, gdyż odnosi się do nie zajmującego wiele miejsca na mapie obszaru Karpat.

Podobnie harmonijną, ale rozbitą na większą ilość delikatnie zróżnicowanych odcieni, jest skala użyta na ostatnich wydaniach angielskiej mapy 1 : 126 720 (151a; próbka u H i n k s a, 49, tab. V). Zaczyna się ona od barwy jasnozielonej da 22; za nią idzie bladozielona ba 22, bladożółta ba 1, jasnożółta da 1, przybrudzona blado-ochrowa cb 3, jasno-ochrowa eb 3, coraz ciemniejsze ochrowe gb 3, hb 3, wreszcie dwie pomarańczowe ib 3½, kb 3½ i dwie brunatno-czerwonawe kb 4, lb 4. Szereg to wyraźny (każda barwa dobrze się odcina od sąsiednich), ciągły (przeskoki są lekkie i mniejwięcej równomierne) oraz — w dolnych i środkowych częściach — dość harmonijny; otrzymano go z pięciu zaledwie barw składowych (fa 22, fa 1, gb 3, kb 3½, ma 6), przy bardzo umiejętnym użyciu giloszy. Jednak wadą jego jest zbytnia przewaga barw pomarańczowych: gdy na mapie niema obszarów niższych od 150 m., zaczyna ona być przeźrażliwie monotonna, a placki ciemnych odcieni zaczynają ją obciążać. Czyż nie lepiej było rozszerzyć skalę ku dołowi, wprowadzając zimne tony 21 i 20? Wady tej skali przeszły i do Międzynarodowej Mapy Świata: przeszły nawet w formie bardziej akcentowanej, gdyż skala tej ostatniej mapy nie zawiera składników żółtych, a od zielonych przeskakuje od razu do brudno-ochrowych, które wyżej przechodzą prawie że w brunatne: reminiscencja barw Sydowa!

Na zakończenie tych przykładów rozpatrzmy jeszcze jedną z najnowszych map Peuckera, mianowicie przeglądową mapę Austrii Dolnej (150). Skala barw składa się tu z kilku zaledwie stopni, ale zato przeskokami między stopniami są duże. Skala zaczyna się, jak zwykle u Peuckera, od barwy szarej (ff); następnie idzie szarozielona (ge 21½), bladozielona (ca 21), jasno-ochrowa (da 3), ochrowa (ga 3), pomarańczowa (ia 4½) i ceglasta (la 5½). Skala połączona jest z warstwicami i kreskowaniem przy świetle pionowym, w popielatym kolorze. Ogólne wrażenie: mapa nieco przyćmiona; barwy jakby z trudnością wydobywają się z szarej mgiełki cieniowania, w którą je spowito. Przymglenie to łagodzi znacznie przejścia od stopnia do stopnia; niedostatecznie jednak, gdyż stopnie trzeci i czwarty zdają się bardzo górować nad pierwszym i drugim — mamy tu jakby gwałtowny przeskok wysokości.

Do omawianej mapy Peuckera dodano dwa kartony. Jeden z nich przedstawia okolicę Semmeringu, w skali 1 : 200 000. Użyto tu następującą skalę barw: ie 23 (szaro-ciepło-zielona), da 23, ba 23, aa (biała), da 3, ga 3, ia 4—5, la 5—6 (ceglasta). Ta ostatnia barwa tworzy ciemne plamy czerwone, które kłócą się z resztą mapy, robiąc wrażenie przypadkowego jej poplamienia. Również plama barwy białej, niezamaskowana przez cieniowanie, sprawia wrażenie jakiejś luki. Drugi karton zawiera próbę połączenia szaro-biało-żółto-pomarańczowej skali wysokości z zielonem oznaczeniem lasów; dla tych ostatnich wybrano jednak taki kolor, który sprawia wrażenie głębi (seledyn ea 19—20), i wyraźnie obniża wszystkie kolory, na które pada. Dużo. lepiej, choć nie można powiedzieć, żeby zupełnie zadawalająco, rozwiązano to samo zagadnienie na jednej z map angielskich (147).

Jeżeli czytelnik zada sobie trud przejrzenia choćby części wymienionych tu map, albo kilku map do nich podobnych, to być może sam dojdzie już teraz do pewnych konkluzji co do tez Peuckera. Przedewszystkiem najłatwiej jest zauważyć, że barwa biała, wprowadzona do skali hipso-metrycznej, rozbija i gmatwa obraz, który bez niej byłby napewno bardziej harmonijny. Dlaczego? Przypomnijmy sobie szereg cyfr, którym Peucker symbolizuje swoją skalę „adaptacyjno-pespektywiczną”.

$$-1, -0,5, -0,25, -0,12, 0,12, 0, +0,12, +0,25, +0,5, +1.$$

Skala ta ma być „logarytmiczną”. Ale gdzie kto kiedy widział w logarytmicznym szeregu zero? To zero w środku skali jest tu oczywiście kardynalnym błędem. Jeżeli chcemy istotnie ułożyć szaro-żółtą skalę w stopniowaniu logarytmicznym, oznaczamy te dwie barwy literami; wtedy będziemy mieli:

$$s, \frac{1}{2}s, \frac{1}{4}s, \frac{1}{8}s, \dots \dots \frac{1}{8}z, \frac{1}{4}z, \frac{1}{2}z.$$

Na miejsce oznaczone kropkami, powinniśmy wstawić: albo dwa tony s i z jaknajłżejsze, ale rozróżnialne, więc np. $\frac{1}{16}s$, $\frac{1}{16}z$, albo też jeden ton otrzymamy przez ich zmieszanie: $\frac{1}{16}s + \frac{1}{16}z = \frac{1}{16}(s + z)$. Próbe takiego rozwiązania tego szeregu widzimy na opisanej tu mapie angielskiej (151a).

Przeprowadzone tu rozumowanie o błędzie w szeregu logarytmicznym i konfrontacja jego z rzeczywistością skłaniają nas do wniosku, że szereg ten — poza wymienionym błędem — ma jednak pewną słuszną podstawę. Taksamo bezwątpienia słuszną podstawę ma szereg widmowy. Czy jednak te formy, w których jest on stosowany, są racjonalne? Tego jeszcze nie dowiedziono. Już same podstawy psychofizyczne, na których teoria Peuckera została ugruntowana, nie są całkiem niezbitcie dowiedzione. Powynajdywano wprawdzie objaśnienia przez adaptację, przez akomodację, przez asymetrię budowy oka, lecz sam sposób i stopień wpływu tych czynników na wrażenia barwoplastyczne nie został określony; co więcej, najgłówniejsze Brücknerowskie objaśnienie, na którym oparł się Peucker, jest mocno kwestjonowane przez fizjologów, którzy przyznają wprawdzie, że w pewnych wypadkach może zająć dewiacja promieni w oku zależnie od ich barwy, ale stawiają im specjalne warunki, jak obecność ekranu zakrywającego zewnętrzną połowę oka (E i n t h o v e n, 27, 28, i B o u r d o n, 17); próby z kolorowemi kresczkami rysowanemi na szkle i obserwowanemi przez okienko, dają rezultaty bardzo rozbieżne i zmienne, zależnie od badanego osobnika (109, cyt. u I m h o f a, 52); stąd słusznym jest pogląd H a a c k a, który w ostatnim swym artykule (37) występuje przeciw tezie Peuckera o „wymiernej poglądowości plastycznej braw”, gdyż żadnych absolutnych wartości stereoskopowych dla barw dotąd nie wyprowadzono. Wiadomo tylko, że pewne zestawienia barw oddziałują w sensie budzenia wrażeń plastyki, przytem jedne oddziałują silniej, inne słabiej.

Ostatnio przeciw teorjom Peuckera wystąpił najmłodszy z przedstawicieli szkoły szwajcarskiej, E. I m h o f (52). Opierając się na najnowszych badaniach w dziedzinie psychofizjologii widzenia (1, 48, 109), stwierdza on przedewszystkiem, że podstawa wrażeń plastyki przestrzennej jest

o wiele zawilszą i trudniejszą do wytłumaczenia, niż to przyjmował Peucker. Wchodzą tu w grę przedstawienia związane z wielkością, kształtem, wzajemnem zasłanianiem i przesuwaniem się przedmiotów, perspektywa linijna, powietrzna, światłocien, wreszcie wpływ akomodacji; przy widzeniu dwuocznem oprócz tego jeszcze zbieżność kierunków widzenia i przesunięcie promieni wpadających do oka. Czynniki te działają czasem wspólnie, czasem osobno, a czasem kłócą się ze sobą. W tych komplikacjach główną rolę odgrywają reminiscencje znanych wyobrażeń oraz kierunek naszej uwagi. Te reminiscencje, złudzenia i wyobrażenia skojarzone dają w sumie przedstawienie pewnych nierówności na papierze i co zatem idzie, pewnych form przestrzennych.

Rola akomodacji i przesunięcia promieni w oku nie jest w tem bynajmniej decydująca. Imhof zwraca uwagę na to, że Peucker i Brückner, opierając się na badaniach E i n t h o v e n a (27, 28) przemilczeli z nich tą część, która nie odpowiada ich założeniu, mianowicie istnienie warunków odwracających efekt plastyczny. Dalej Imhof przytacza zaobserwowane przez siebie podczas druku map barwoplastycznych wypadki, gdy arkusz z samem tylko cieniowaniem wydawał się bardziej plastyczny, niż ten sam arkusz z nałożonemi barwami. Wreszcie zarzuca on Peuckerowi, że jego zasady: „im jaśniej tem wyżej” dla szeregu szarego, oraz „im gęściej tem wyżej” — dla barw pomarańczowych i czerwonych, przeczą sobie wzajemnie, gdyż te ostatnie barwy — przy zagęszczaniu ich — wyraźnie ciemnieją!

Aby uzyskać doświadczalną podstawę dla swych wniosków, Imhof przeprowadził systematyczne spostrzeżenia nad rozmaitemi kombinacjami barw i cieni w specjalnym przyrządzie, który drogą stawiania diafragm pomiędzy okiem obserwatora a obserwowanym rysunkiem usuwał wszelkie wpływy postronne. Obserwacji podlegały: barwy odosobnione, zestawienia barw w kształcie kół spółśrodkowych i rysunki cieniowe, przedstawiające stożki i piramidki. Wrażenia uzyskane przez znaczną ilość biorących w tych doświadczeniach osób były przy barwach odosobnionych — zupełnie nieokreślone, przy zestawieniach — bałamutne, i jedynie figury cieniowe były prawie zawsze rozumiane prawidłowo; próbowano nawet określać wysokość przedstawianych obiektów w centymetrach. Ze swych doświadczeń Imhof wyprowadza następujące wnioski:

Że zgodnie z Haackiem (37) należy przyznać, że barwy działają plastycznie nie bezpośrednią drogą stereoskopową a drogą psychiczną, to jest drogą wzbudzania kojarzeń związanych z widzeniem przestrzennem;

Że cienie, malowane w naturalnem skośnem świetle, budzą przedstawienia plastyczne w każdym razie nie słabsze, niż barwy;

Że zbyt ostre kontrasty barw, wzgl. światłocienia, mogą zupełnie zniszczyć, wzgl. odwrócić efekt plastyczny;

Że w rysunku terenu na mapach należy się wobec tego oprzeć w pierwszym rzędzie na rysunku cieniowym w naturalnem malarskiem ujęciu, t. j. przy zmiennym kącie światła, oczywiście w połączeniu z warstwicami, które jedynie mogą zapewnić mapie ścisłość; rysunek cieni należy połączyć z efektem perspektywy powietrznej. Barwy powinno się dawać o ile można takie, aby efekt ich był naturalny, oraz modyfikować je odpowiednio do zasad perspektywy powietrznej. Otrzymany obraz nie może

być nazwany niepoważnym i nienaukowym, gdyż posiada najzupełniej obiektywną i ścisłą podstawę warstwicową; co zaś do użytych środków unaocznienia, to te w każdym obrazie kartograficznym są do pewnego stopnia subiektywne. „Jest to błędem wielu teoretyków kartografii” — tak kończy Imhof swoje wywody — „że szukają oni naukowości przedstawiania terenu w samej tylko geometrycznej prawidłowości szablonów rysunkowych: problemat jest na to zbyt bogaty i zbyt zawity!”

Weźmy teraz i rozpatrzmy jakąkolwiek mapę, wykonaną podług wyłuszczonej tu zasad. Wybieram w tym celu wykonaną pod kierunkiem prof. Imhofa mapę okolicy jeziora Zurychskiego, która obejmuje góry niezbyt wysokie i nawet, oprócz gór, kawałek niżu (133). Góry przede wszystkim rzucają się nam w oczy; są one zabarwione ciepłym kolorem żółto-zielonym „da 23” (najwyższe — ochrą, ea 3) i wycieniowane ciemnofiołkowo-niebieskim tonem „le 13”. Zbocza ich, zwrócone do światła, wykazują jakby cieplejszy ton aż do „ga 3”. Nie jest to jednak osobna farba, a tylko działanie umieszczonych na tych zboczach warstwic, wydrukowanych w jaskrawym ciemnopomarańczowym tonie; całość wygląda, jakby była oświetlona jakimś różowym światłem, co jeszcze wzmacnia efekt plastyki. Doliny są kryte, zaleźnie od poziomu w którym się znajdują, dwoma odcieniami barwy zielonej, „ea 21” i „ea 22”; od barw tych bardzo efektownie odbijają cieplej barwione i lekko podcieniowane zbocza gór. Kształty gór, tak dużych jak i małych, są wyraźne i czytelne; ciekawem jest, że dwie grupy wzgórz na pn. od jeziora, z których jedna ma kierunek SW—NE, druga NW—SE, są prawie jednakowo wyraźne, przyczem zupełnie nie sprawia to nienaturalnego wrażenia. Widzimy, że środki użyte przez Imhofa nie są zbyt skomplikowane; osiągnięta ścisłość jest nie mniejsza, niż w najlepszych mapach warstwicowych, a poglądowość dużo większa, niż w mapach Peuckera, pomimo braku właściwej skali hipsometryczno-plastycznej.

Skalę taką posiada natomiast druga, nowsza mapa Imhofa, mianowicie mapa szkolna Szwajcarii 1 : 500 000 (138). Jest to skala barw trochę podobna do Peuckerowskiej, ale utrzymana w jaśniejszych tonach, zwłaszcza ku górze. Użyte tam jasno-pomarańczowe i jasno-różowe tony, w połączeniu z silnym cieniowaniem, dają ten sam efekt ciepłego bocznego światła, co w poprzedniej mapie.

Oczywiście, nie wszystkie mapy szwajcarskie prezentują się tak dobrze: podawałem już w rozdziale II opinię płk. Beckera w tej sprawie. Być może, że i ujemna opinia p. Imhofa o barwoplastyce Peuckera jest nieco jednostronna. Dowiódł on jednak swemi pracami, że jego poglądy mają conajmniej równie mocną podstawę!

Poza omówionymi już przedtem pracami ostatnie lata przyniosły jeszcze artykuł p. K r e m l i n g a z Monachjum (53), który wykonywuje bardzo ciekawe doświadczenie z odwracaniem skali barwoplastycznej, oraz próbuje ułożyć skalę własną, ale nie daje w niej właściwie nic nowego; oraz głos sędziwego prof. H e i m a (47), żądającego nie bez słuszności, aby mapy były cieniowane przy zasadzie światła południowego, t. j. takiego, jakie istotnie mamy w naturze. Kartografowie — powiada on — zapomnieli zupełnie, że mapa, pomimo że jest zdana na konwencjonalność i pewien jakby umówiony język znaków, powinna jednak

być pewnego rodzaju wizerunkiem natury! Góry w przyrodzie mają swą stronę słoneczną i stronę cieniową: strona słoneczna otrzymuje więcej światła i ciepła, i, co zatem idzie, posiada więcej osiedli, dróg, kultur; strona cieniowa ma mniej osiedli, mniej dróg, więcej zato źródeł i strumieni, gęstsze lasy, niższą granicę śniegów. Całe życie roślin, zwierząt i ludzi układa się w górach zależnie od wystawienia ich na słońce. Tymczasem przyjęte na mapach oświetlenie północno-zachodnie maluje światło na stronach cieniowych, a pogrąża strony słoneczne w cieniu! W ten sposób mapa kłamie, „bije przyrodę pięścią w twarz"! Prof. Heim uznaje lekko zmienny kierunek skośnego światła za konieczny, gdyż tylko taka manjera potrafi, w połączeniu z warstwicami, najlepiej wyrazić charakterystyczne formy. Kierunek światła należy zmieniać w granicach kulminacji słońca, więc w środkowej Europie od 30° do 50°; najlepiej byłoby, gdyby udało się w ten sposób wyrazić sumy rocznego nasświetlenia, które otrzymują rozmaicie nachylone powierzchnie

V.

Zrobiwszy w poprzednich rozdziałach przegląd dotychczasowego rozwoju przedstawiania terenu na mapach, oraz jego podstaw teoretycznych, pragnę obecnie przedstawić czytelnikom kilka swych własnych doświadczeń w tej dziedzinie.

W roku 1927 wykańczano w Wydziale Kartograficznym W. I. G. rysunek arkusza „Lwów” 1 : 300 000. Wśród nowych, zreformowanych w systemie warstwicowym arkuszy polskiej mapy operacyjnej (146a) był on pierwszym, obejmującym teren górski. Rzecz oczywista, że w związku z tem na pierwszy plan wysunęła się kwestja, czy objęte tym arkuszem góry dadzą się wyrazić tą samą skalą warstwic, co niziny? Skala ta przewiduje warstwicę zasadniczą co 20 mtr.; tymczasem w myśl tego cośmy mówili w rozdziale III, w górach moglibyśmy zastosować je zaledwie co 60 mtr. — Delikatny jednak rysunek warstwic, wykonany w tym wypadku wyjątkowo drogą rytowania, sprawił, że grubość ich spadła do 0.1 mm., i że przy nachyleniu 25 — 30° można jeszcze było umieścić wszystkie warstwicę 20-metrowe. Obawiając się stromszych spadków przedewszystkiem w wyższych częściach gór, postanowiono, zaczynając od wysokości 500 mtr., zmienić skalę, wprowadzając od tego poziomu w górę warstwicę zasadniczą co 50 mtr., i oznaczając je specjalnym znakiem (linją pogrubioną przerywaną); przyczem warstwicę główną pozostały co 100 mtr.

Mojem zdaniem popełniono w ten sposób błąd. Jeżeli spojrzymy na te miejsca arkusza „Lwów”, gdzie, jak np. w okolicach Podbuża nad Bystrycą, lub Kruszelnicy nad Stryjem, warstwicę 500 mtr. przechodzi w połowie zbocza (ob. tabl. I), to mamy wrażenie, że na poziomie tym istnieje wyraźne załamanie spadku; gdy tymczasem w rzeczywistości spadek ten jest zupełnie równomierny. Tego fałszywego efektu nie usunęło pogrubienie warstwic 50-metrowych, gdyż, jak mówiliśmy już w rozdziale III, efekt plastyczny maleje bardzo szybko wraz z rozsuwaniem warstwic. W ten sposób, jak to widzimy na tablicy I, rysunek głównych

grzbietów karpackich okazał się mniej plastycznym, niż rysunek niskiego i bardziej płaskiego pogórza.

Można było tego uniknąć, stosując na stromszych zboczach sposób, przedstawiony na rys. 10; jednak gdy się dla danej mapy przyjęło jakąś zasadę, trzeba się już jej później trzymać gwooli jednolitości całego dzieła. Ale nie dość na tem, nawet ta plastyka warstwicowa, którą oglądamy na tablicy I, została w znacznym stopniu unicestwiona, gdy na mapę nadrukowano zielony kolor lasów. Widzimy to częściowo na tablicy II; powiadam częściowo, gdyż na mojej tablicy lasy zostały oznaczone zlekka dodatnim barwoplastycznie tonem „22” według tablicy Ostwalda; podczas gdy ton użyty przy druku oryginalnego arkusza, „21”, był w stosunku do otaczającej bieli barwoplastycznie ujemny i przez to dawał wrażenie obniżenia zadrukowanych nim obszarów w stosunku do sąsiednich; tembardziej, że został znacznie przybrudzony, „łamany”.

Gdy w ten sposób wydrukowana mapa nie dawała żadnego wrażenia plastyki gór, polecono mi przy użyciu dwóch barw dodatkowych postarać się usunąć jej braki. Miałem do wyboru dwa sposoby: hipsometryczny, układając z dwóch wybranych kolorów skalę podobną do skali adaptacyjno-perspektywicznej Peuckera, jedynej, którą można jeszcze pogodzić z barwieniem lasów (ob. rozdz. IV), — albo też sposób cieniowy, przy którym pozostałaby mi jeszcze jedna barwa dla dowolnego użytku. Wybrałem ten ostatni z tego względu, że na mapie operacyjnej należało przedewszystkiem ułatwić szybką orientację, dając przejrzysty i widoczny od pierwszego rzutu oka obraz gór; obraz taki, wyrównywujący zarazem fałszywą plastykę warstwic, mogło mi dać tylko cieniowanie. Pozostawała kwestja metody i barwy tego ceniowania. Metodę światła pionowego odrzuciłem po przyjrzeniu się mapom austriackim, które w terenach karpackich są kompletnie czarne; cieniowanie zasmarowuje w nich całą sytuację, nie dając wzamian nawet dostatecznej przyjrzyistości obrazu gór! Z rozmaitych sposobów rysowania w oświetleniu skośnem wybrałem światło lekko-zmienne, mając do pomocy dobrze znającego tę metodę rysownika p. Schreiner'a. Kwestję barwy rozstrzygnąłem — po szeregu prób z rozmaitemi odcieniami farby brunatnej, szarej, fiołkowej i niebieskiej — przyjmując łamany kolor niebiesko-fiołkowy, czyli „atramentowy”, nr. 13 skali Ostwalda, taki, jak na nowszych mapach szwajcarskich. W ten sposób przyjąłem niejako metodę szwajcarską, tylko tło rysunku pozostało przeważnie białe. Przypomniałem sobie jednak opinię płk. Beckera o mapie Dufoura (7): „dopóki powierzchnie dolin zostawiać się będzie w kolorze białym, dopóty mapa nie będzie mogła dać spokojnego obrazu. Głębokie partje, gdy pozostają jasne, występują ciągle zanadto naprzód, zamiast odsuwać się włąb; góry stoją ciągle w pustce, nie wznoszą się na widzialnej podstawie”! Istotnie, otrzymany cieniowany obraz, pomimo, że był dość przejrzysty, miał jeszcze coś z tego „wiszenia w pustce”! Tu przyszła mi na pomoc okoliczność, że miałem jeszcze jeden kolor w zapasie. Kolorem tym należało pokryć dna dolin! Dna dolin w znaczeniu morfologicznem, to znaczy, wszystkie powierzchnie leżące poniżej podstawy wzgórz i gór, wszystkie powierzchnie, na których wyrównane biegi wód osadziły płaskie warstwy aluwjów. Więc niejako wskrzesić „niziny” Sydowa, w ich pierwotnej formie,

używanej jeszcze do niedawna na wielu i to nawet dobrych mapach fizycznych (np. we francuskim atlasie Levasseur'a, 113), oraz do dzisiaj na mapach niemieckich (164). Próba, podjęta na arkuszu „Lwów”, powiodła się dobrze: obszary, zaciągnięte farbą, utworzyły jednolity obraz wszystkich dolin, za wyjątkiem bardzo młodych wąwozów, gdzie erozja przeważa nad akumulacją i rzeki nie wytworzyły jeszcze płaskiego dna. Pozostawało tylko dobrać taki kolor, któryby jaknajbardziej przyczynił się do uplastycznienia mapy, sprawiając istotnie wrażenie „dna”. Szare tony Peuckera nie podobały mi się, były brzydkie i zaciemniały obraz; zielone — byłyby zbyt podobne do lasów. Zwróciłem się do skali Ostwalda: znalazłem tam pod numerami 18 i 19 dwa tony doskonale pasujące do mego celu, pośrednie pomiędzy barwą niebieską a zieloną; z nich wybrałem nr. 19, użyty już przez prof. Romera na jego mapie krajów Bałtyckich (154a) odbijający dostatecznie zarówno od koloru lasów, jak i od koloru wód. Wykonawszy tym kolorem odbitkę, co mi przyszło nie bez trudu, gdyż jest to barwa nadzwyczaj delikatna, zmieniająca się od nieznacznych nawet przymieszek drukarskiego, „glancwajsu”, — otrzymałem rzeczywiście zastanawiający efekt plastyki, jak to czytelnik sam może sprawdzić na tabl. III.

Zastanawiając się później nad przyczynami tego efektu, sięgnąłem do podręczników psychologii (110) i znalazłem tam poniekąd wytłumaczenie sprawy. Barwy na mapie, jak i na każdym obrazie, działają przeciw nie tylko same przez się, lecz i przez kontrast z barwą powierzchni obokległych. To zjawisko kontrastu równoczesnego barw, odkryte sto lat temu przez dyrektora paryskiej fabryki gobelinów Chevreul'a (21) wyraża się w tem, że dwie leżące obok siebie barwy wydają się patrzącemu na nie bardziej różne w stosunku do siebie, niż to jest w istocie. Działa tu zjawisko, zwane irradjacją: gdy oko patrzy na jedną z dwóch powierzchni barwnych, stępią się nieco te elementy siatkówki, które odbierają wrażenie danej barwy, i gdy obserwator następnie przenosi wzrok na sąsiednią barwę, już jej nie może stwierdzić obiektywnie. Stąd też, wskutek sąsiedztwa fijołkowych cieni, oświetlone strony zalesionych gór wydają się mieć na tablicy III odcień znacznie cieplejszy, bardziej żółty, niż na tabl. II; a jest to przecież jedna i ta sama barwa. Powierzchnie białe, sąsiadujące z fijołkowymi cieniami i błękitno-seledynowymi dolinami, zdają się mieć ton jasnożółtawy, albo jasnoróżowawy, co łącznie z wpływem koloru warstwic daje istotnie pewien efekt barwoplastyczny, oparty na obokległości, kontraście i przenikaniu się poszczególnych barw. Mam wrażenie, że na tego rodzaju efekty kartografowie dotychczas zbyt mało zwracali uwagi, pomimo, że były one, co prawda bezwiednie, z czystej intuicji malarskiej, stosowane częściowo przez Szwajcarów; zaproponowałbym dla nich nazwę barwoplastyki w zględnej.

Efekty otrzymane w powyższy sposób na arkuszu Lwów zwróciły uwagę na to, że sposób ten daje rozwiązanie, pozwalające zarówno wyraziście przedstawiać teren górski, jak i niżowy. Ażeby się o tem przekonać dostatecznie, p. Szef W. I. G. zarządził jeszcze próbę na bardzo płaskim terenie, gdzie o żadnym efekcie cieniowym nie mogło być mowy, mianowicie na arkuszu „Brześć nad Bugiem”. Dla tego arkusza wykonano więc

zarys podbarwienia dolin; wymagało to bardzo starannego opracowania i kilkakrotnych korekt, lecz nie okazało się niewykonalnym. Po nałożeniu tego rysunku tą samą barwą seledynową „ca 19”, co na arkuszu Lwów, otrzymano bardzo przejrzysty obraz sieci dolin, i to przejrzysty zarówno na przestrzeniach otwartych, jak i pod sygnaturą lasów; dodatek nowego koloru zmieniał nieco w dolinach odcień zieleni i wywoływał w ten sposób lekki efekt plastyczny, zupełnie jednak wystarczający i bardzo sugestywny, pomimo braku cieniowania.

Na tem zakończono próby z mapą, 1 : 300 000, które, mam nadzieję, przydadzą się nietylko dla przyszłego ulepszenia tej mapy, ale również i dla przyszłej mapy 1 : 500 000, oraz, być może, i dla mapy 1 : 100 000. Co do tej ostatniej, to pomimo całkowitego ustalenia jej typu (ob. 54), nieraz słyszeliśmy skargi na jej niedostateczną wyrazistość. Oczywiście, skargi te pochodziły raczej od ludzi niezbyt obytych z mapami; chodziło tu o spopularyzowanie mapy, o ułatwienie jej czytania. Zkądinąd istnieją głosy, twierdzące, że obraz warstwicowy zupełnie na takich mapach wystarcza. Jeżeli jednak przyjrzymy się, jak jest czytana nasza mapa 1 : 100 000 przez szerszą publiczność np. w trudnych terenach morenowych, to zobaczymy, że w takich wypadkach lekkie cieniowanie w skośnym oświetleniu znakomicie mogłoby ułatwić jej użytek. Trudno tu myśleć o dodawaniu dwóch płyt; prof. Imhof radził mi przeprowadzić doświadczenie z jedną barwą, użytą równocześnie tak dla rysunku cieni, nakładanego kredką litograficzną, jak i dla podbarwiania dolin, wykonanego przy pomocy giloszu. Tak różne dwa sposoby nakładania jednej i te samej barwy powinny dawać gwarancję, że podbarwione dno doliny będzie dostatecznie odbijało od sąsiadujących zboczy. Bardzo trudny byłby dobór barwy dla takiego opracowania. Osobiście próbowałem stosować kolor szaroseledynowy. Efekt jego sam przez się zły nie jest, ale bardzo trudno dobrać doń odpowiedni kolor warstwic, tak aby te warstvice harmonizowały z cieniowaniem, i podnosiły efekt plastyczny. Należałoby tu może zrobić jeszcze kilka doświadczeń.

Użytego tu sposobu rysowania cieni kredką litograficzną na kamieniu nie uważam za najlepszy: trochę nierówne nałożenie farby drukarskiej zmienia już cały efekt rysunku, a lżejsze partje tego ostatniego, jak to słusznie zauważył H ö d l m o s e r (50), po wykonaniu kilku tysięcy odbitek zupełnie znikają z płyty. Przedruki nie usuwają tego zła, gdyż zmieniają pierwotny charakter rysunku. Zdaje się więc, że praktyczniejsem byłoby wykonywanie rysunków pędzlem na odbitce błękitnej i fotografowanie ich przez siatkę, tak, jak to próbowali u nas robić pp. D w o r z a k i kpt. C z a r n e c k i. W ten sposób o wiele łatwiej jest uzyskać uzgodnienie tonów cieniowych na stykach arkuszy. Pozatem dla uzgodnienia rysunku konieczną jest jednolitość manjery rysunkowej. Manjery takiej nie osiągniemy sposobami mechanicznymi, któreśmy opisali w rozdziale III: jedyną drogą jest tu wyszkolenie i późniejsza kontrola wszystkich zatrudnionych przy danej mapie rysowników przez jedną osobę odpowiedzialną za całość. Tak uczyniono np. przy wykonywaniu rysunku cieniowego francuskiej mapy 1 : 200 000 (123, ob. o tem u gen. B e r t h a u t, 14): nadzór nad tem cieniowaniem dla całej mapy powierzono kpt. K u n t z e l m a n n o w i, który specjalnie w tym celu wyszkolił i następnie nadzoro-

wał kreślarzy. Otrzymano rezultat zupełnie zadawalający: mapa 1:200 000 zyskałaby może nieco na zmianie kolorów i dopełnieniu sytuacji, ale pod względem rysunku terenu jest jasną, dokładną i najzupełniej jednolitą.

Z kwestji dotyczących rysunku cieni musimy poruszyć tu jeszcze jedną, mianowicie kwestję kierunku światła. Osobiście zgadzam się z płk. Beckere i prof. Imhofem, że odwrócenie efektu plastyki cieni przy zmianie położenia mapy może się zdarzyć tylko w wypadku bardzo źle rysowanej mapy; wszakże dobre obrazy i sztychy zachowują swoje efekty plastyczne bez względu na położenie w stosunku do okna. Zasadę przeto światła północno-zachodniego możemy śmiało uważać za nieobowiązującą. Cóż więc wybrać? Światło południowe, jak radzi prof. Heim? Na moim rysunku, jak zresztą i w większej części Polski, panujący kierunek grzbietów skłania raczej do przyjęcia światła południowo-zachodniego. Światło to ma jeszcze jedną dobrą stronę. Oto, gdybyśmy pomyśleli o przyjęciu zasady prof. Heima (ob. rozdział IV) dla całej kuli ziemskiej, wówczas, aby być konsekwentnym, należałoby ku południowi stopniowo powiększać kąt padania promieni, i wreszcie na równiku przyjąć światło pionowe; otrzymane obrazy nie nadawałyby się zupełnie do porównywania ze sobą, gdyż góra jednej i tej samej wielkości byłaby o wiele bardziej wydatną w umiarkowanych szerokościach, niż na równiku. Tymczasem, jeżeli przyjmiemy dla naszych szerokości światło południowo-zachodnie, wtedy możemy pomyśleć dla półkuli południowej — północno-zachodnie, a dla strefy równikowej — zachodnie; zasada naturalności zostanie zachowana, a stopień plastyki — równomierny na całym globie.

Wykonawszy opisane powyżej próby w manjerze cieniowej, zapragnąłem sprawdzić, jakby też się ten teren dało przedstawić przy użyciu metody warstwobarwnej. Umożliwiła mi to zgoda Zarządu Sekcji Geograficznej T. W. W. na dodanie do niniejszej pracy jeszcze dwóch tablic, na których mógłbym wypróbować efekty hipsometryczne. Tablicę IV postanowiłem poświęcić hipsometrii czystej. Tu wyłoniły się trzy kwestje do rozstrzygnięcia: kwestja odstępu warstwicowego, t. j. wyboru stref warstwobarwnych, dalej kwestja barwy warstwic, wreszcie kwestja doboru samych barw hipsometrycznych.

Odstęp warstwicowy chciałem zachować możliwie równomierny, tak aby dawał on najbardziej prawidłową i bezpośrednią sugestię istniejących w terenie różnic wysokości. Wybrałem więc odstępowanie 200-metrowy, za wyjątkiem strefy niżowej poniżej 400 mtr., gdzie go zmniejszyłem o połowę, oraz strefy górnej, gdzie dałem 300 m. Co do wyboru barwy warstwic, to oparłem swoje rozumowanie na teorii Ostwalda. Barwa brunatna, używana ogólnie w tym celu, jest przecież podług tej teorii sumą barw pomarańczowej i szarej; z tych dwóch składników tylko barwa szara daje właściwie efekt odgraniczenia płaszczyzn barwnych i — przy gęstszych warstwicach — efekt cienia; barwa pomarańczowa służy zaś do wyraźnego odróżnienia rysunku terenu od rysunku sytuacji, gdy z n a j d u j ą s i ę o n e n a b i a ł e m t ł e; na tle barwnem może ona jednak zostać prawie całkowicie unicestwiona, „pochłonięta” przez barwę tła, za wyjątkiem gdy tło jest bardzo jasne lub gdy warstvice występują w skupieniach, nadając pewien odmienny ton barwie tła, — co może być, jak

na niektórych mapach szwajcarskich (ob. rozdział IV), użyte do osiągnięcia pewnych specjalnych efektów. O ile się nie ma na myśli takich efektów, wtedy pozostają do użytku tylko barwy czarna albo szara; wybrałem tę ostatnią, osiągnąjąc w ten sposób lekkie wrażenie plastyki w niektórych miejscach, gdzie warstwy występowały gęsto. (ob. tabl. IV).

Co do barw hipsometrycznych, to nie uważałem za możliwe trzymać się ściśle skali Peuckera. Przykłady, przytoczone w rozdziale IV, odstręczały mnie od użycia ciemnych tonów dla krańcowych stopni skali; widzieliśmy, jak takie tony obciążają rysunek, o ile tylko występują w większych plamach. Czyż zrestą wrażenia plastyki, które odbieramy w przyrodzie, nie opierają się w znacznym stopniu na tem, że przedmioty, stanowiące części składowe oglądanego widoku, widzimy w równomiernym, mniej więcej oświetleniu, zmodyfikowanym tylko przez efekty światłocienia? Sądzę, że rozważanie to można zastosować i do barwoplastyki kartograficznej; pozatem wyłania się tu jeszcze jedna kwestja: oto nawet w równomiernej, na ostwaldowskich „kręgach równowartościowych” opartej skali barw, tony czerwone nie spełniają swojej roli, gdyż nie występują zdecydowanie naprzód w porównaniu do pomarańczowych i żółtych. Okoliczność ta, widoczna już na niektórych mapach Peuckera, Freytaga i prof. Romera, została obecnie jaskrawo zademonstrowana przez doświadczenie Kremlinga (53), który oznaczył czerwonym kolorem doliny, przyczem zupełnie nie wydawały się one wyższe od otaczających pomarańczowych i żółtych gór.

Wyjaśnienie tej ostatniej okoliczności znajdujemy u Ostwalda (64). Chodzi o to, że rozmaite barwy nasycone — a także ich pochodne o jednakowym stopniu nasycenia — nie są jednakowo jasne: najjaśniejszą jest żółta (nr. 1), następnie idą zielona, seledynowa, pomarańczowa, czerwona, fiołkowa i niebieska; najciemniejszą jest atramentowa (nr. 13). Odpowiada to nietylko naszemu subiektywnemu wrażeniu, ale i ścisłym pomiarom: jeżeli jasność barwy białej oznaczmy przez 100, wtedy:

jasność żółtej	Nr	1	będzie	90,
„ pomarańczowej	„	4	„	54,
„ czerwonej	„	7	„	36,
„ fioletowej	„	10	„	25,
„ atramentowej	„	13	„	10,
„ błękitnej	„	16	„	46,
„ seledynowej	„	19	„	64,
„ zielonej	„	22	„	75.

Otóż przyciemnienie to zmniejsza bezwarunkowo efekt plastyczny barwy pomarańczowej, a zwłaszcza czerwonej. Na zarządzenie temu mogą być dwa sposoby: albo przyciemnić na mapie barwę żółtą, albo rozjaśnić dodatkiem bieli inne barwy, zwłaszcza pomarańczową i czerwoną.

Że ten drugi sposób jest lepszy, dowodem tego są mapy szwajcarskie. Jeżelibyśmy więc zechcieli układać nową racjonalną skalę barwoplastyczną przy zastosowaniu odkryć Ostwalda, powinniśmy zestawić ją nie z elementów jednego kręgu równowartościowego, a z kilku, różniących się między sobą zawartością bieli. Jeżeli zaczynamy skalę np. od najniższego barwoplastycznie nr. 14, albo — po zarezerwowaniu niebie-

skich tonów dla wód — od nr. 18 (ob. rys. 13), wtedy dochodząc do nr. 1 musimy stopniowo zmniejszać ilość zawartej w barwach bieli, zwiększając ilość barwy czystej; następnie, od nr. 2 — ponownie stopniowo zwiększać ilość bieli; to wszystko czynić należy bardzo ostrożnie by nie psuć harmonji szeregu, bez której nie może być mowy o istotnym efekcie plastycznym. Dalej niż do nr. 6 przeciągać skali wogóle nie należy. Na rys. 13 oddzieliłem linjami podwójnymi barwy, któreby dla takiej skali barwo-plastycznej mogły wchodzić w rachubę.

W praktyce osiągnięcie takiej skali o jednolitem nasileniu jest bardzo trudne. Najtrudniejszą rzeczą jest tutaj taki dobór giloszy, któryby dał barwy kombinowane o intensywności równej z barwami odbitemi „à plat”. Sam również nie mogłem sprostać temu zadaniu: poziom 400—600 m. (ob. tabl. IV) wyszedł mi za jasno, poziom 1000—1300 m. — zbyt ciemno. Pocięszam się jednak myśla, że to jest wada poniekąd nieunikniona i spotykana ogólnie. Jedynie przy druku każdego tonu z oddzielnej płyty osiąga się całkowitą harmonję i równość efektu. Ostwaldowskie oznaczenia użytych przezemnie kolorów są następujące: ca 20^{1/2}, da 22, da 24, ea 1, ea 2, fa 3.

Osiągniętego rezultatu nie mogę pozatem jeszcze uważać za zadawalający z dwóch względów. Przedewszystkiem dlatego, że płaskie barwy hipsometryczne przytłaczają efekt cieniowy warstwic; możeby ten efekt był lepszy przy ciemniejszych warstwicach, ale wtedy te ostatnie zaciemniałyby zbyt rysunek sytuacji. Drugą, w zastosowaniu do mapy topograficznej o wiele ważniejszą okolicznością jest to, że manjera hipsometrii czystej, nawet najstaranniej stosowana, nadaje całości mapy wygląd „schodowaty”, w znacznym stopniu zniekształcający i prawie, że fałszujący obraz rzeźby terenu. Porównajmy np. obraz grzęd podgórskich, rozciągających się między Drohobyczem a Samborem, otrzymany na tabl. III, z obrazem tychże grzęd na tabl. IV: na mapie hipsometrycznej wszystkie grzędy wydają się krótsze, bardziej łączne ze sobą w pobliżu gór i bardziej rozczłonkowane od strony niżu; jest to złudzenie, dające się częściowo naprawić studjowaniem warstwic pomocniczych, lecz dostatecznie silne, aby spowodować błędy orientacji. Następnie dużą różnicę mamy w obrazie dolin rzecznych (Dniestr, Bystrzyca), które na mapie hipsometrycznej są pozbawione ciągłości — co bardzo utrudnia orientację, a już zgoła uniemożliwia przedstawienie rygli, górnych tarasów i t. p. — Tę wadę metody hipsometrycznej ilustrują, może trochę przesadnie, rys. 18 i 19, wykonane przezemnie na podstawie sugestji prof. I m h o f a.

Podobnych przykładów moglibyśmy znaleźć więcej na innych mapach. Szczególnie wadliwie przedstawia metoda hipsometryczna tak rozpowszechnione w Europie środkowej i zachodniej „cuesta”, t. j. płyty nachylone łagodnie w jedną stronę, a opadające stromo w drugą; wreszcie, o ile mapa hipsometryczna obejmuje większe deniwelacje, wówczas z konieczności trzeba zwiększać ku górze odstęp warstwicowy, i na płaskowyzach nie mogą już być wyrażone takie formy, z którymi na nizinach przyzwyczailiśmy się jednak liczyć. Z okolicznością tą pomijania płaskich form pogodzone się w krajach, stosujących powszechnie hipsometrię, do tego stopnia, że pewien np. poważny uczony angielski, opisując krajobraz wzgórz morenowych, powiada wprost: „mamy tam lekkie falistości,

które nie dają się przedstawić na mapie, a jednak nakładają bardzo swoiste piętno na krajobraz" (93). Gen. Berthaut (16), zdając sobie sprawę z tych braków metody hipsometrycznej, przychodzi do wniosku, że nie należy od niej wogóle wymagać przedstawiania form terenu, a tylko ogólnej informacji co do poziomów na których leżą rozmaite okolice; i tę koncepcję rozciąga również na Międzynarodową Mapę Świata!

Czyż jednak naprawdę mapa hipsometryczna ma spaść do takiej roli... kartogramu? Czyż naprawdę nie może ona dać jasnego a zarazem i rzeczywiście szczegółowego obrazu urzeźbienia powierzchni ziemi? Jest to przecież metoda nawskroś nowoczesna, niedawno wprowadzona w życie, niejednokrotnie już reformowana, i nadająca się do dalszych prób i modyfikacji! Toteż pragnąłem, wykonywując tablicę V do niniejszej pracy, dać pewien przyczynek do dalszego rozwoju tej metody.

Za punkt wyjścia przyjąłem następujące rozważanie: jeżeli dotychczasowe badanie kwestji doprowadziło mnie do wniosku, że istnieją dwa rodzaje barwoplastyki, jedna „bezwzględna”, oparta na dobieraniu szeregów barw, druga „względna”, oparta na sugestywnem ich kontrastowaniu, — to może byłoby możliwe odpowiednie ich połączenie? Połączenie to spróbowałem uskutecznić w sposób następujący: usunąłem z obrazu hipsometrycznego dna dolin; pokryłem te dna barwą możliwie najbardziej barwoplastycznie ujemną, taką, któraby w zestawieniach ze wszystkimi innymi sprawiała zawsze wrażenie „głębi”; wreszcie dopełniłem efekt cieniowaniem w tonie kolorowym, zimnym, któryby przez kontrast wzmocnił efekt tonów, barwiących góry. Efekt ten połączyłem z efektem pomarańczowej barwy warstwic, na wzór map szwajcarskich.

Połączenie hipsometrii z jednolitem barwieniem dolin nie jest moim własnym pomysłem. Było ono stosowane już na niektórych mapach austriackich (np. 152), później jednak zostało zarzucone. Zdają sobie sprawę, że na tym punkcie może mnie spotkać zarzut niekonsekwencji. Ale czyż nie jest podobną niekonsekwencją barwienie jednakowym niebieskim kolorem wszystkich jezior, niezależnie od ich wysokości nad poziomem morza? Pokryte aluwjami dna doliny posiada tak samo wyraźne granice i prawie taksamo równą powierzchnię, jak bagienko, które do niedawna było jeziorem. Poziom dna doliny łatwo jest na mojej mapie odczytać nietylko z warstwic, ale i z barwy hipsometrycznej terenów bezpośrednio otaczających dolinę.

Zato przy tej lekkiej niekonsekwencji, sposób mój odpowiada dzisiejszemu kierunkowi nauki o formach terenu. W dziedzinie tej najważniejszą rzeczą jest stwierdzenie rodzaju cyklu erozyjnego, jaki dany teren przechodzi, oraz tego stadium, w jakim ten cykl się znajduje. Gdy mamy obfitość szerokich, płaskodennych dolin, wtedy mówimy o „dojrzałym rozcięciu” krajobrazu, o „dobrze rozwiniętej” sieci rzecznej; gdy doliny o wyrównanych dnach są rzadkie, wówczas stwierdzamy młode stadium erozji. W strefach pustynnych nie mamy jednolitych dolin zupełnie. Toteż sądzę, że wprowadzenie tej mojej „wskrzeszonej metody Sydowa” mogłoby bardzo ułatwić szybką orientację na mapach w tej dziedzinie.

Zdają sobie sprawę z tego, że zastosowanie tej metody, jak również i zastosowanie podanego tu sposobu cieniowania, mają swoje, dość nawet

wąskie, granice. Granice te były już rozważane i obliczane przez K. Peuckera (77), oraz przez C. Vogla (105). Miarodajnym jest tu wyprowadzony przez pierwszego z nich „kąć minimalnej pogłębłości”: chodzi o to, żeby nie rysować na mapie szczegółów, widzialnych pod kątem mniejszym niż 5', t. j. dla odległości patrzenia 25 cm. — mniejszych niż $\frac{1}{3}$ mm. na mapie. Dla cieniowania zbocza miarodajną tu byłaby jego szerokość odpowiadająca jakimś $1\frac{1}{2}$ — 2 mm. na mapie; a więc dla przeciętnych krajobrazów górskich, przy uwzględnieniu rozsądnej generalizacji, — cieniowanie możnaby stosować do skali jakichś 1 : 2 — 3,000.000 (Vogel rozszerza tę granicę do 1 : 5 000 000). To samo dotyczyłoby mogło barwienia dolin, które zresztą tylko w połączeniu z cieniowaniem dają swój pełny efekt. Dla skal drobniejszych — o ile żądamy od mapy ściślejszej i rzeczowej informacji — możliwą jest już tylko czysta hipsometria.

Jeszcze ważniejsze byłyby granice, stawiane mojej metodzie przez morfologię. Barwienie dolin należałoby stosować tylko w dolinach wyrównanych i łączonych na znacznej przestrzeni; wykluczonym jest barwienie wysokich tarasów, oraz wysokich dolin górskich, których dna znajdują się już raczej bliżej powierzchni szczytowej, niż powierzchni dolin wyrównanych. Właściwie w górach należałoby przerywać barwienie na pierwszym ryglu. Wreszcie metoda ta miałaby zastosowanie wyłącznie na terenach, gdzie przeważa normalny cykl erozyjny. Jednak i w tych granicach pożytek podbarwienia dolin, jak sądzę, byłby znaczny, zwłaszcza na mapach warstwowbarwnych, obejmujących wielkie przestrzenie płaskowyz: te ostatnie, jak wiadomo, bardzo źle wychodzą na takich mapach, na co skarżą się sami kartografowie, stosujący tę metodę (H i n k s, 49). Podbarwienie dolin przyczyniłoby się znakomicie do ożywienia i nadania większej dokładności tym mapom, zwłaszcza w tym wypadku, w którym najbardziej odmawiają one posłuszeństwa.

**
*.

Na zakończenie pozwolę sobie wyrazić nadzieję, że praca moja ułatwi może niektórym kartografom rozstrzygnięcie związanych z ich działalnością zagadnień praktycznych; że pozwoli im ona wyzyskać w lepszy niż dotąd sposób posiadane środki. Zdaję sobie sprawę, że wnioski do których doszedłem, różnią się nieco od zasad przeważnie stosowanych w polskiej kartografii, a w szczególności, że metoda, którą tu proponuję, nie godzi się z poglądami zasłużonego senjora naszego prof. R o m e r a. Mam jednak nadzieję, że z takiej różnicy zdań zrodzi się dyskusja, która przyniesie, być może, pewien pożytek. Osobiście długo się namyslałem, zanim postanowiłem wziąć udział w tej walce „piękna z prawdą”, toczącej się w dzisiejszej kartografii; być może jednak, że wystąpienie moje przyczyni się do przyspieszenia tej chwili, w której te dwa czynniki będziemy mogli pogodzić ze sobą. Przecież (12) piękno... „nas nigdy nie zdradzi, jeśli będziemy zawsze dążyć do prawdy, jeżeli piękno to będzie dla nas środkiem do tego, aby wypowiedzieć tę prawdę w najpiękniejszej i najszlachetniejszej formie!”

L I T E R A T U R A.

1. Ammann, E. — Zur Farbenstereoskopie. *Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde* (Stuttgart), LXXIV (1923).
2. Amrein, K. C., prof. — Die Kartographie der Schweiz auf der Landesausstellung in Zürich. *Petermann's Mitteilungen* (Gotha), t. XXIX (1883), str. 361—366.
3. Bancalari, G., plk. — Kartographische Studien. *Organ der militärwissenschaftlichen Vereine* (Wien), XLIX (1894).
4. Bartel, K., prof. — Geometria Rzutów Cechowanych i pewne jej zastosowania. Warszawa, E. Wende i S-ka, 1914.
5. Basevi, A. — G. E. Fritsche. — La Rappresentazione orografica a luce doppia nella cartografia moderna. Roma, Istituto Cartografico Italiano, 1892.
6. Becker, Fr., plk. — Neue Bestrebungen auf dem Gebiete der Kartographie. *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub* (Bern), XXIV (1888 — 89), str. 320—344.
7. Becker, Fr., plk. — Die Schweizerische Kartographie an der Weltausstellung von Paris 1889 und ihre neuen Ziele. *Schweizerische Zeitschrift für Artillerie und Genie* (Frauenfeld), XXVI (1890), str. 75—84, 115—123, 157—163, 194—208 i 249—261.
8. Becker, Fr., plk. — Kartographische Fragen. *Schweiz. Zeitschrift für Artill. u. Genie*, XXXV (1899).
9. Becker, Fr., plk. — Ueber das Kartenwesen der Schweiz. — *Schweiz. Zeitschrift für Art. u. Genie*, XXXIX (1903), str. 235 — 245.
10. Becker, Fr., plk. — Fortschritte in der Kartographie. *Jahrbuch des Schweizer Alpenclub* XXXVIII (1903), str. 327—340.
11. Becker, Fr., plk. — Cartographie nouvelle. *Schweizerische Bauzeitung*, XXXIX, nr. 8.
12. Becker, Fr., plk. — Die Kunst in der Kartographie. *Geographische Zeitschrift*, XVI (1910), str. 178 i nast.
13. Benesch, Fr. — Eine neue Methode Kartographischer Darstellung. *Mitteilungen der k. u. k. geogr. Gesellschaft in Wien*, XXXIX (1896), str. 166—168.
14. Berthaut, gen. — La Carte de France, 1750 — 1898. *Etude historique*. 2 tomy. Paris, Service Géographique de l'Armée, 1898 — 99.
15. Berthaut, gen. — Les ingénieurs géographes militaires. *Etude historique*. Tome I. Paris, Service Géogr. de l'Armée, 1902.
16. Berthaut, gen. — Connaissance du Terrain et lecture des cartes (Etudes topologiques). Paris, Service Géogr. de l'Armée, 1912.
17. Bourdon, B. — La perception visuelle de l'espace. Paris, C. Reinwald, 1902.
18. Brücke, E. *Physiologie der Farben für die Zwecke der Kunstgewerbe*. Leipzig, S. Hirzel, 1887.
19. Brückner, Eduard u. Arthur. — Zur Frage der Farbenplastik in der Kartographie. *Mitteilungen der k. u. k. geogr. Gesellschaft in Wien*, LII (1909).
20. Chauvin, F. — Die Darstellung der Berge auf Karten und Plänen, mit besonderer Rücksicht auf die Anwendbarkeit im Felde. Berlin 1852.
21. Chevreul, M. E. — De la loi du contraste simultané des couleurs et de l'assortiment des objets colorés. Paris, Imprimerie Nationale, 1889.
22. Czarnecki, St., kpt. — Międzynarodowa Mapa Świata. *Wiadomości Sl. Geogr.*, I (1927), str. 37 — 51.
23. Davis, W. M. — The geographical Cycle. *The Geographical Journal* (London) 1899, str. 481 i nast.

24. Davis, W. M.—Erklärende Beschreibung der Landformen. Leipzig. B. Teubner, 1909.
25. Dufour, G. H., gen. — Instruction sur le dessin des reconnaissances militaires. Genève, 1828.
26. Eckert, Max. — Die Kartenwissenschaft. Forschungen und Grundlagen zu einer Kartographie als Wissenschaft. I Band (Berlin und Leipzig, 1921): Teil V, Die Landkarte und ihr Gelände; Teil VI, Die wissenschaftlichen Grundlagen der Geländedarstellung. II. Band (Berlin und Leipzig, 1925): Teil VI, Aesthetik und Logik der Karte.
27. Eindhoven, W. — Stereoskopie durch Farbendifferenz. Grafes Archiv für Ophthalmologie (Berlin) 1885.
28. Eindhoven, W. — On the Production of Shadow and Perspective Effects by Difference of Colour. Brain (London). XVI (1893), str. 191 — 202.
29. Fordham, Sir Herbert Geo. — Maps: thier History, Characteristics, and Uses. A Handbook for Teachers, Cambridge, University Press, 1921.
30. Freytag, G. — Die Wirkung der Farben in der Geländedarstellung auf Karten. Wien, Freytag u. Berndt, 1911.
31. Gerber, mjr. — Die Darstellung der Höhenverhältnisse in der neuen Landeskarte. Der Schweizer Artillerist, 1928, nr. 8.
32. Geisler, W. — Das Bildnis der Erde. Halle, E. Thamm, 1925.
33. Groll, M. — Kartenkunde. II. Berlin u. Leipzig, G. J. Göschen, 1912:
34. Guillemin, E. — Sur un nouveau système de figuration du relief topographique. Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences (Paris), t. 110 (1890), str. 1386.
35. Haack, H. — Schattenplastik und Farbenplastik. Geographischer Anzeiger (Gotha), I (1899), lipiec i sierpień.
36. Haack, H. — Das malerische Element in den geographischen Lehrmitteln. Geographischer Anzeiger, III (1902), str. 115, 130, 148.
37. Haack, H. — Ostwalds Farbentheorie in der Kartographie. Geographischer Anzeiger, XXV (1924), nr. 5 — 10.
38. Habenicht, H. — Das malerische Element in der Kartographie. Zeitschrift für Schulgeographie (Wien), 1903, str. 283 — 285.
39. Habenicht, H. — Ein Wort zur Terraindarstellung mit schiefer Beleuchtung. Petermann's Mitteilungen (Gotha), 1897.
40. Hammer, E. — Die Fortschritte der Kartenprojektionslehre, der Kartenzeichnung und Kartenmessung Geogr. Jahrbuch (Gotha), XVII (1894), str. 41 — 90.
41. Hammer, E. — Terraindarstellung in schiefer Beleuchtung. Petermann's Mitteilungen. XLIII (1897), str. 174 — 175.
42. Hammer, E. — Die Fortschritte der Kartenprojektionslehre, der Kartenzeichnung und der Kartenmessung. Geogr. Jahrbuch XX (1897), str. 425 — 462.
43. Hammer, E. — Ditto. Geogr. Jahrbuch XXIV (1901), str. 3 — 62.
44. Hammer, E. — Ueber die Bestrebungen der neuern Landestopographie, Petermann's Mitteilungen, LIII (1907), str. 100.
45. Hauslab, J. v. — Ueber die graphischen Ausführungsmethoden von Höhenschichtenkarten. Mitteilungen der k. u. k. Geogr. Gesellschaft in Wien, VIII (1864), str. 30 — 37.
46. Haxo, gen. — Mémoire sur le figuré du terrain dans les cartes topographiques. Paris, impr. J. Didot, 1822.
47. Heim, Albert, prof. — Die Beleuchtung in der Landkarte. Die Alpen. III (1927), zeszyt 10.
48. Hildebrand. — Das Verhältnis der Akkomodation und Konvergenz zur Tiefenlokalisation. Zeitschrift für Psychologie, VII (1894).
49. Hinks, Arthur R. — Maps and Survey. Cambridge, University Press, 1923.
50. Hödlmoser, C. — Ueber Terraindarstellung auf Karten. Mitteilungen des k. u. k. Militärgeogr. Institutes, XVII (1897), Wien, 1898, str. 203 — 226.
51. Hogrewe, P. — Teoryczna i praktyczna nauka żołnierskich pomiarów czyli Miernictwo wojenne, do użycia Officyerom i początkowym Inżenierom ułożone przez... Na Oczysty zaś język przełożone i powiększone przez Józefa Łęskiego, Officyera i... w Szkole Rycerskiej nauczyciela. Warszawa, P. Dufour, 1790.
52. Imhof, Eduard. — Die Reliefkarte. Beiträge zur kartographischen Geländedarstellung, Jahrbuch der Ostschweizerischen Geogr. - Commerziellen Gessellschaft (St. Gallen), 1925.
53. Kremling, E. — Die Farbenplastik in Vergangenheit und Zukunft. Mitteilungen der geogr. Gessellschaft in München, XXVIII (1925), str. 363 — 428.
54. Kreuzinger, J., plk. — O typ polskiej mapy taktycznej. Wiadomości Służby Geograficznej, I (1927), str. 32 — 35.

55. (Lehmann, Johann George). — Darstellung einer neuen Theorie zur Bezeichnung der schiefen Flächen im Grundriss oder der Situations-Zeichnung der Berge. Leipzig, 1799.
56. Lehmann, Johann George. — Die Lehre der Situations-Zeichnung oder Anweisung zum richtigen Erkennen und genauen Abbilden der Erd-Oberfläche in topographischen Charten und Situation-Planen. — III. Aufl. — Dresden, Arnoldi, 1820. Tekst i atlas.
57. Lewakowski, J., mjr. — Terenoznawstwo i kartografja wojskowa. Lwów 1916.—Wyd. II, Warszawa — Kraków. 1920.
58. Libiński, H., X. — Jak czytać austryjackie mapy wojskowe i orjentować się w terenie? Kraków, nakł. autora. 1912.
59. Müller, L., mjr. — Vorschriften zu militärischen Plan- und Kartendarstellungen. Potsdam, 1782.
60. Noe, G. O. de la, gen., i prof. E. de Margerie. — Les Formes du terrain. Paris, Service Géographique de l'Armée, 1888. Tekst i atlas.
61. Netto, F. A. W., Prof. Szko. Woysk. w Berlinie. Teorya rysowania gór; podług Lehmana. Z Dzieła... przełożona na Język Polski przez Juliusza Colberg... Prof. w Uniw. Król. Warsz. i Szkole Leśney. — W Warszawie, 1825.
62. Olszewicz, B. — Polska Kartografja Wojskowa. (Zarys historyczny). Warszawa, Gł. Księgarnia Wojskowa, 1921.
63. Oryng, Tadeusz.—Fizyczne podstawy harmonji barw. Południe (Wilno). 1922, nr. 4.
64. Ostwald, Wilhelm, prof.—Einführung in die Farbenlehre. Leipzig, Ph. Reclam, 1919.
65. Ostwald, Wilhelm. — Mathetische Farbenlehre. Leipzig, „Unesma", 1918.
66. Ostwald, Wilhelm. — Physikalische Farbenlehre. Leipzig, „Unesma", 1919.
67. Ostwald, Wilhelm. — Die Farbenfibel, Leipzig. „Unesma", 1924.
68. Ostwald, Wilhelm. — Die Harmonie der Farben. Leipzig. „Unesma", 1925.
69. Ostwald, Wilhelm. — Farbnormen und Farbenharmonien. Leipzig. „Unesma", 1925.
70. Pauliny, J. J., gen. — Mémoire über eine neue Situationspläne und Landkartendarstellungsmethode. Streffleur's österr. Militär-Zeitschrift (Wien), 1895.
71. Pelikan, Gustav, kpt. — Die Fortschritte in der Landesaufnahme der Oesterr.-Ung. Monarchie in den letzten 200 Jahren. Mitt. des k. u. k. militärgeogr. Institutes, IV (1884).
72. Pencik, A., prof. — Neue Alpenkarten. Geogr. Zeitschrift, V (1899), str. 588—597 i 631 — 643 oraz IX (1903), str. 253 — 266.
73. Peucker, K. — Schattenplastik und Farbenplastik. Beiträge zur Geschichte und Theorie der Geländedarstellung. Wien, Antaria & Co., 1898.
74. Peucker, K. — Ueber optische Plastik in der Kartographie. Geogr. Anzeiger, I (1900), str. 67 i 94.
75. Peucker, K. — Zur kartographischen Darstellung der dritten Dimension. Geogr. Zeitschrift, VII (1901), str. 22 — 41.
76. Peucker, K. — Drei Thesen zum Ausbau der theoretischen Kartographie. Geogr. Zeitschrift, VIII (1902).
77. Peucker, K. — Neue Beiträge zur Systematik der Geotechnologie. Mitt. geogr. Ges. Wien. XLVII (1904), str. 283—325 i 365—420.
78. Peucker, K. — Neue Bemerkungen zur Theorie und Geschichte des Kartenbildes. Geogr. Zeitschrift, XIV (1908).
79. Peucker, K. — Höhenschichtenkarten. Studien und Kritiken zur Lösung des Flugkartenproblems. Zeitschrift für Vermessungswesen (Stuttgart), 1910/1911.
80. Peucker, K. — Der Farbenraum. Natur und Kultur (München), 1920.
81. Puissant, L., pplk. — Principes du figuré du terrain et du lavis sur les plans et cartes topographiques. Paris, Janet et Cotelle, 1827.
82. Röger, J., pplk. — Die Geländedarstellung auf Karten. Eine entwicklungsgeschichtliche Studie. München, Riedel, 1908.
83. Romer, E., prof. — Recenzja Mapy Galicji F. Majerskiego. — Muzeum (Kraków), 1896, str. 217 — 225.
84. Romer, E., prof. — W sprawie metod kartograficznych. (Z powodu wydania Atlasu do II wyd. Geografji dla klasy pierwszej). — Muzeum, 1908.
85. Romer, E., prof. — Kilka uwag o mapach Polski. (Z powodu prac Majerskiego i Sosnowskiego). Ateneum Polskie. (Lwów), 1908, nr. IV, str. 370—379.
86. Romer, E., prof. — Kritische Bemerkungen zur Frage der Terraindarstellung. Mitteilungen geogr. Gesellschaft in Wien, LII (1909), str. 507—538.
87. Romer, E., prof. — Uwagi o oświetleniu skośnem w kartografji. Polski Przegląd Kartograficzny. (Lwów). II (1926), nr. 13 — 14.

88. Romer, E., prof. — Jaka powinna być mapa szkolna? *Czasopismo Geograficzne*. (Lwów), VI (1928), str. 122 — 137.
89. Romer, E., prof. — Krytyka szraf w nowożytniej kartografji. (Hachure in recent Cartography). Referat wygłoszony w sekcji geogr. mat. Międzynarodowego Kongresu geogr. w Cambridge. *Polski Przegląd Kartograficzny*, III (1928), nr. 23 — 24.
90. Rothaug, J. G. — Ueber die Farbenwirkung in unseren Landkarten. *Mitteilungen des Deutschen und Oesterr. Alpenvereins*, 1912, str. 136 — 138.
91. Rothe, R. — *Darstellende Geometrie des Geländes*. Leipzig, B. Teubner, 1914.
92. Rüdgersch, v. — *Die Bergzeichnung auf Plänen*. Metz, 1874.
93. Russell, Sir E. J. — *Introduction to „Great Britain, Essays in Regional Geography“*. Cambridge, University Press, 1928.
94. Salisbury, R. D., and W. W. Atwood. — *The Interpretation of topographic Maps*. Washington, U. S. Geological Survey, 1908.
95. Stavenhagen. — *Skizze der Entwicklung und des Standes des Kartenwesens des ausserdeutschen Eupopas*. Petermann's *Mitteilungen* (Gotha), *Ergänzungsheft* Nr. 148, 1904.
96. Steeb, Christian v., gen. — *Terraindarstellung in schiefer Beleuchtung*. *Mitt. des k. u. k. Militärgeogr. Institutes*, XVI (1896), str. 51 — 66.
97. Steeb, Christian v., gen. — *Noch einmal kritische Bemerkungen zur Frage der Terraindarstellung*. *Mitt. der geogr. Gesellschaft Wien*, LII (1910), str. 89 — 94.
98. Steinhäuser, A. — *Kleine Beiträge zu einer Biographie Emil v. Sydow's*. *Mitt. der geogr. Gesellschaft Wien*, XXXI (1888), str. 75 — 94.
99. *Stereoscopic Colouring of Maps*. *Geographical Journal* (London), XXIX (1907), str. 680 — 681.
100. Streiffleur, v. — *Der gegenwärtige Standpunkt der Bergzeichnung auf Karten und Plänen*. *Oesterreichische milit. Zeitschrift*, III (1867), str. 117 i nast.
101. Stucki, G. — *Ein Rückblick auf die Entwicklung der schweizerischen Kartographie*. Bern, geogr. Kartenverlag, 1906.
102. Sydow, E. — *Zur neuesten Kartographie der Alpenländer*. Petermann's *Mitteilungen*, IV (1858), str. 307 — 308.
103. Sydow, E. — *Drei Kartenklippen*. *Geographisches Jahrbuch*, I (1866), str. 348—361.
104. Szpakowski, S., plk. em. — *Spady*. *Wiadomości Służby geogr.*, I (1927), str. 194 — 210.
105. Vidal de la Blache, P., prof. — *La Carte Internationale du Monde au Millionième*. *Annales de Géographie*, XIX (1910), str. 1 — 7.
106. Vogel, C. — *Die Terraindarstellung auf Karten mittels Schraffierung*. Petermann's *Mitteilungen*, XXXIX (1893), str. 148 — 149.
107. Wehrli, Leo. — *Schweizerische Reliefkarten*. *Natur und Technik*. (Zürich), II (1921).
108. Wiechel, H. — *Theorie und Darstellung der Beleuchtung von nicht gesetzmässig gebieteten Flächen mit Rücksicht auf die Bergzeichnung*. *Civilingenieur*. XXIV. (1878), nr. 4 i 5.
109. Witasek, St. — *Die Psychologie der Raumwahrnehmung des Auges*. Heidelberg, 1910.
110. Witwicki, T., prof. — *Psychologja*. Lwów, Ossolineum, 1926 — 27.
111. Zöppritz, K. — *Leitfaden der Kartenentwurfslehre*. Wyd. II, opr. przez A. Bludau'a. — Tom II: *Kartographie und Kartometrie*. Leipzig, B. Teubner, 1908.

MAPY I ATLASY.

112. *Atlas Suisse, levé et dessiné par J. H. Weiss 1798*. Gravé sous la direction de C. Guerin à Strasbourg. — 16 ark.
113. *Atlas Géographique de E. Levasseur*. Paris, Ch. Delagrave, 1889.
114. Becker, Fr. — *Reliefkarte des Kantons Glarus*. Bern, Schweizer Alpenclub, 1889.
115. Becker, Fr. — *Karte der Churfürsten- und Säntisgruppe*. Winterthur, Karthographie, 1903.
116. Becker, Fr. — *Exkursionkarte von Jerusalem und Mitteljudäa*. Bern, Kümmerly & Frey.
117. Berthier, gen. — *Carte des Environs de Versailles*. 1767 — 1790.
118. Bourcet, gen. — *Carte Géométrique du Haut-Dauphiné et du Comté de Nice*, 1749 — 1754.
119. *Carta degli Stati di Sua Maestà Sarda in terraferma*. 6 ark. 1:250000, 1841.

120. Carta d'Italie del Touring-Club Italiano. 1:250.000.
121. Carta topografica del Regno d'Italia. 1:100.000.
122. Carte de France à 1:80.000. Paris, Service Géographique de l'Armée.
- 122a. Carte de France à 1:50.000. Paris, Service Géographique de l'Armée.
123. Carte de France à 1:200.000. Paris, Service Géographique de l'Armée.
124. Carte Géométrique de la France. 1750 — 1815.
125. Carte Internationale du Monde au Millionième. (Międzynarodowa Mapa Świata 1:1.000.000.). Od roku 1909.
127. Carte spéciale de la Frontière des Alpes, 1:80.000, 1872 — 1875. Paris, Service Géographique de l'Armée.
- 127a. Carte spéciale de la Frontière des Alpes, 1:320.000. Paris, Service Géographique de l'Armée.
128. Carte topographique de l'île de Corse. Paris, Dépôt de la Guerre, 1824.
129. Carte topographique des Alpes. 12 arkuszy 1:200.000. Dépôt de la Guerre, 1820.
130. Debes, Hand - Atlas. Leipzig, Wagner u. Debes.
131. Deutsche Karte. 1:50.000. Berlin, Landesaufnahme.
132. Dupain - Triel. Carte de France, ou l'on a essayé de donner la configuration de son territoire, par une nouvelle méthode de nivellements. 1799.
133. Der Zürichsee und sein Exkursionsgebiet. 1:75.000. Art. Inst. Orell - Füssli. Zürich.
134. Eckert, M., — Neuer Methodischer Schulatlas.
135. Generalkarte. 1:200.000. Wien, Militärgeogr. Institut.
136. Gyger, H. C. — Einer löblichen Stadt Zürich eigenthümlich zugehörige Graff- und Herrschaften, Statt, Land und Gebiet. Zürich 1667.
137. Imfeld, Carte du Massif du Mont - Blanc. 1890.
138. Imhof, E. — Karte der Schweiz. 1:500.000. Art. Inst. Orell-Füssli, Zürich.
139. Karte des Deutschen Reiches. 1:100.000. Ausgabe D. Berlin, Landesaufnahme.
140. Karte des Kantons Zug. 1:75.000. Art. Inst. Orell-Füssli. Zürich.
141. Karte der Schweiz in IV Blättern, 1:250.000. 1867 — 1873. Bern, Schweizerische Eidg. Landestopographie.
142. Karte der Umgebung von Linz. 1:150.000. Bearbeitet von H. Commenda und J. G. Rothaug. Kartogr. Anstalt G. Freytag und Berndt, Wien.
143. Leuzinger. — Karte des Stockhorn—Niesangeblates. Bern Schweizer Alpenclub, 1885.
144. Lago di Garda, 1:75.000. — Art. Inst. Orell-Füssli, Zürich.
145. Mapa Topograficzna Królestwa Polskiego. Rozpoczęta przez Kwatermistrzostwo Generalne W. P., wykończona przez rosyjski Korpus Topografów pod kierunkiem gen. Richtera, 1832 — 1843. 59 ark. 1:126.000.
146. Mapa Taktyczna 1:100.000. Warszawa, Wojskowy Instytut Geogr.
- 146a. Mapa operacyjna 1:300.000. Warszawa, Wojskowy Instytut Geogr.
147. New Forest. 1:63.360. Southampton. Ordnance Survey Office.
148. Nowaja Topograficzeskaja Karta Bessarabskoj gubernii. — 1:126.000: Izd. Wojenno-Topogr. Otdiela Gławnago Sztaba.
149. Nowaja Topograficzeskaja Karta Zapadnoj Rossii. — 1:84.000
150. Niederösterreich und Burgenland. 1:750.000. Entworfen von Dr. Karl Peucker, mitbearbeitet von Fachlehrer Franz Tiechl, Bundesverlag für Unterricht, Wissenschaft und Kunst. Ausführung und Druck: Kartographisches, früher Militärgeogr. Institut in Wien.
151. Ordnance Survey One Inch Map. New Series. Od r. 1872.
- 151a. Ordnance Survey Half Inch Map. Layer Edition.
- 151b. Ordnance Survey Small Scale Maps. Southampton, Ordnance Survey Office, 1928.
152. Orohydrographisches Tableau der Karpathen, 1:150.000. Wien, Militärgeogr. Institut.
153. Rizzi - Zannoni, J. A. B. — Carte de la Pologne divisée par provinces et palatinats... Dédiée à S. A. Le prince Joseph Alexandre Jablonowski. 1772. — 24 arkusze (płyty w zb. b. Dépôt de la Guerre w Paryżu).
154. Romer, E. — Atlas Geograficzny. 10 wydań, od r. 1908-go. Lwów, Książnica-Atlas.
- 154a. Romer, E. — Atlas Polski Współczesnej. Lwów. Książnica-Atlas.
155. Spezialkarte. 1:75.000. Wien. Militärgeogr. Institut.
156. Stieler's Hand - Atlas. — 10 wydań. Gotha, Justus Perthes.

157. Sydow, E. — Methodischer Hand - Atlas: Od r. 1841.
158. Times Survey Atlas of the World. Edinburgh, J. Bartholomew.
159. Topografisk Kart over Kongeriget Norge. 1:100 000. Od r. 1881.
160. Topographischer Atlas des Königreiches Sachsen. 1:57 600. 1819 — 1860.
161. Topographischer Atlas der Schweiz. 1:100 000. 1842 — 1867. Bern: Schweizerische Eidg. Landestopographie.
162. Topographischer Atlas der Schweiz. 1:25 000 und 1:50.000. Od r. 1867. Bern. Schweiz. Landestopographie.
163. Topographisch - Militärische Karte vom vormaligen Neu - Ostpreussen oder dem jetzigen nördlichen Theil des Herzogthums Warschau, auf XV Blätter reducirt., und redigirt vom Art. Lieut. v. Textor. Berlin 1807 (plyty w Zb. Dépôt de la Guerre).
164. Topographische Übersichtskarte des Deutschen Reiches. 1:200 000.
165. Vara Kartor. Stockholm, Generalstabens Litografiska Anstalt.
166. Viollet - le - Duc. Carte du Massif du Mont Blanc. Paris 1876.
167. Vivien de St. Martin et Schrader, — Atlas Universel de Géographie. Paris. Hachette.
168. Zwoliński, T. — Tatry Polskie. 1:37 500. Zakopane, L. Zwoliński. Druk Freytaga i Berndta.

POMOCE TECHNICZNE.

169. Farbnormen. (Farbleitern, Unesma. G. m. b. H., Leipzig).
170. Farben-Harmoniesuch'er. (Ostwald Energie G. m. b. H., Grossbothen i Sa).
171. Harmonicolor, disque d'harmonie des couleurs, par Cabanes et Bellenfant. — (Paris, Larousse).

R É S U M É.

Le présent travail comprend: 1^o, un exposé de l'histoire du développement des méthodes modernes de la représentation du relief du sol (chapitre I); 2^o, un résumé de la discussion entre les partisans des diverses méthodes de cette représentation, qui dure depuis le commencement du XIX^e siècle jusqu'à nos jours (chapitre II); 3^o, un exposé des bases scientifiques de ces méthodes; géométrie cotée, théorie des ombres, systématique des couleurs de W. Ostwald, „chromoplastique" (Farbenplastik) de K. Peucker, et des dernières investigations de MM. H. Haack, E. Kremling et E. Imhof dans ce domaine (chap. III et IV); le chapitre V comprend en outre une description de quelques expériences à ce sujet, faites par l'auteur à l'Institut Géographique Militaire de Varsovie.

Les figures 1 — 3 et 5 — 7 représentent les diverses phases du développement du figuré en hachures dans ses deux variétés principales, figuré à éclairage oblique et figuré à éclairage vertical. La figure 4 représente le principe de ce dernier éclairage d'après Lehmann; la fig. 12 — un nomogramme imaginé par H. W i e c h e l pour faciliter le dessin à éclairage oblique; la fig. 11 — le principe sur lequel est basé ce nomogramme; les fig. 8 et 10 — l'effet plastique des courbes de niveau; la fig. 9 — le principe de cet effet; les fig. 13, 14 et 15 — la classification des couleurs d'après W. Ostwald; les fig. 16 et 17 — les deux théories physiologiques de l'effet stéréoscopique (chromoplastique) des couleurs; les fig. 18 et 19 — la déformation du figuré du terrain par la méthode de l'hypsométrie pure, d'après une suggestion de M. E. Imhof.

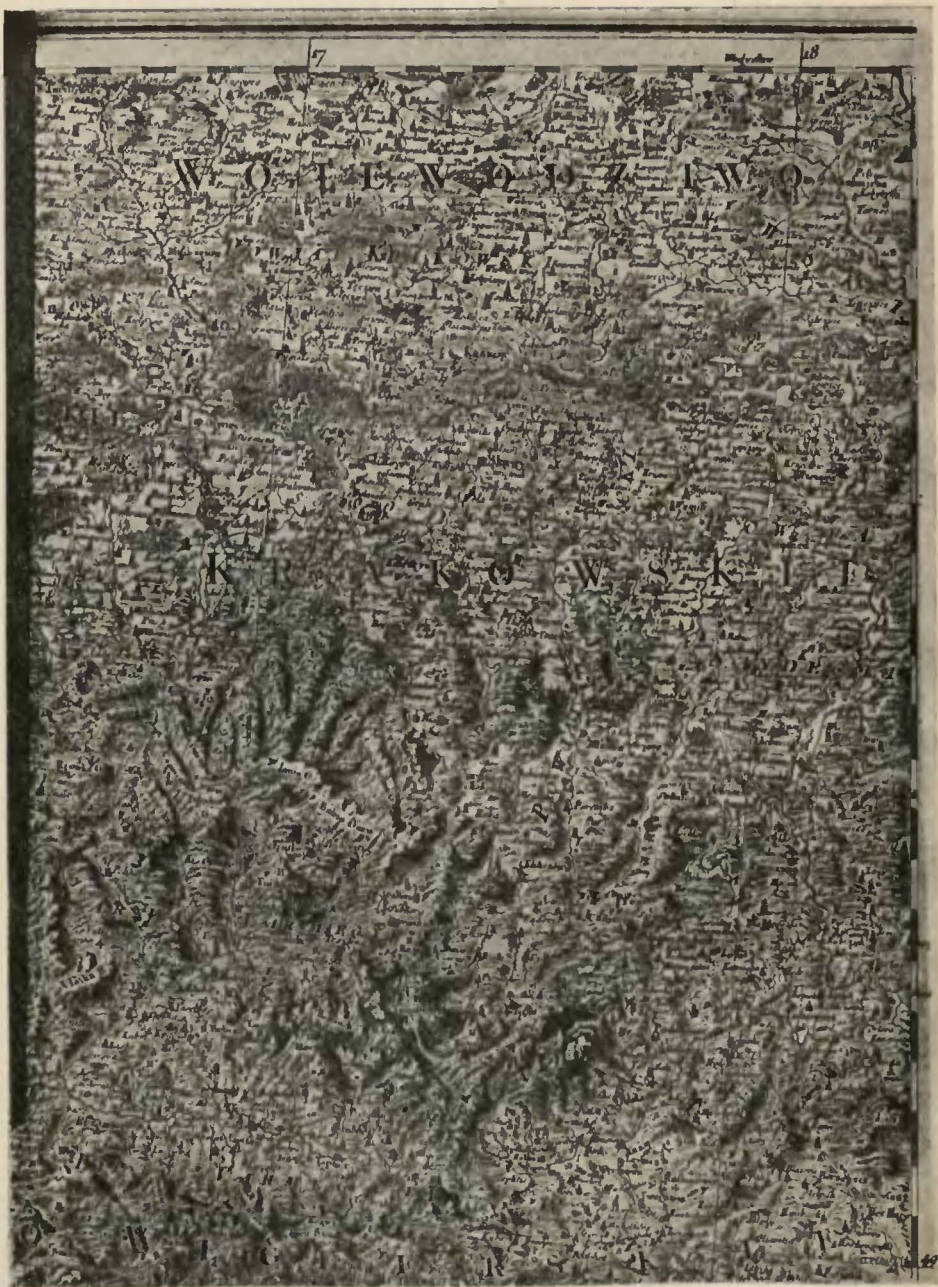
L'auteur est d'accord avec MM. Eckert, Haack et Imhof que le système chromoplastique de Peucker ne donne pas de vraie stéréoscopie et de „visibilité exacte" du relief du terrain représenté. Son action se base plutôt sur des suggestions associées avec la vue de certaines couleurs, et surtout de certaines juxtapositions de couleurs. Aussi peut-on obtenir un très bon effet plastique en choisissant pour les fonds des vallées une couleur ayant une valeur chromoplastique négative bien prononcée, en y adaptant prudemment les autres couleurs de la carte (le vert des bois et forêts, l'orange des courbes de niveau) et combinant le tout avec un léger estompage d'une teinte qui rehausserait encore l'effet plastique des autres, grâce à l'effet du „contraste simultané des couleurs" découvert il y a déjà un siècle par M. E. Chevreul. C'est ce que j'ai essayé d'obtenir dans le tab. III, que le lecteur voudra bien comparer avec les tab. I et II.

Dans le tab. IV un effet de hypsométrie pure a été tenté avec des couleurs claires, choisies, autant que possible, conformément aux principes de W. Ostwald; dans le tab. V on a essayé de combiner cette méthode avec l'effet de „fond" et de l'estompage, comme au tab. III. — L'auteur espère que la manière combinée ainsi conçue pourra servir à l'amélioration de certaines cartes hypsométriques, où l'on obtenait jusque-là une image très insuffisante du relief des hauts-plateaux. Cette nouvelle manière étant en quelque sorte une modernisation de la manière de Sydow dans son ancienne conception, telle qu'elle a été employée p. ex. sur la carte physique de la France de l'atlas Levasseur, ou sur certaines cartes topographiques allemandes, elle permettra en outre de discerner sur les cartes les différentes phases du cycle d'érosion, subies par différentes régions. Les limites de l'applications de ce système sont fixées premièrement par l'échelle de la carte (jusqu'au 2 ou 3 000 000^e), et secondement, par l'extension de l'érosion normale. Dans la montagne on aura en outre soin de ne pas couvrir de la teinte du „fond" les hautes terrasses et les vallées suspendues; la teinte ne devra être appliquée, en principe, que là où le géologue mettra le signe „alluvions".

Quant à la manière de l'estompage, l'auteur est partisan de l'éclairage oblique légèrement variable, comme sur la carte française au 200 000^e et les cartes modernes suisses. La direction de la lumière devrait être, pour nos latitudes, non pas NW mais SW, ce qui serait plus naturel; on pourrait alors adopter la lumière W pour la zone équatoriale, et la lumière NW pour la zone australe.

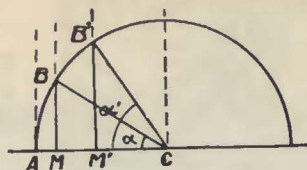


I L U S T R A C J E

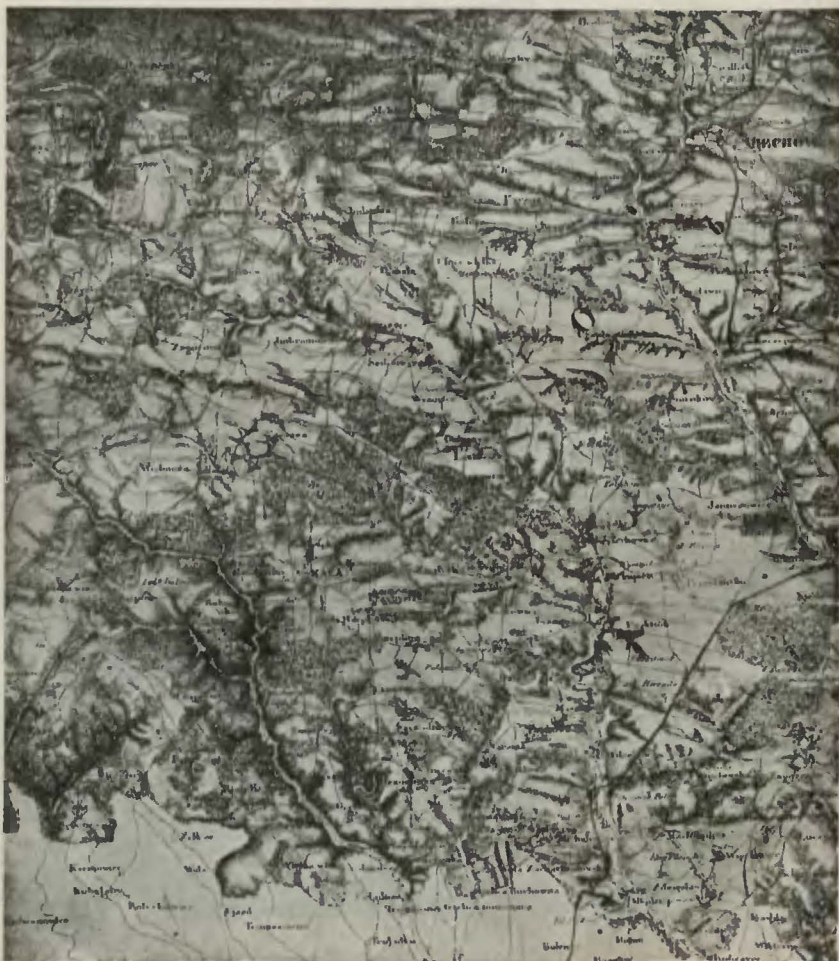


Rys. 1

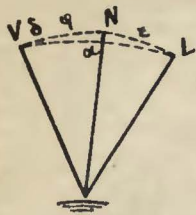
Perspektywiczny rysunek gór: wycinek z ark. 17 Mapy Polski
J. A. B. Rizzi-Zannoniego, 1772.



Rys. 4
Zasada skali Lehmanna.



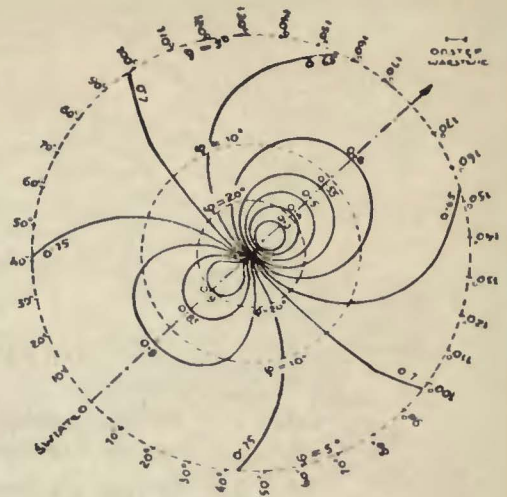
Rys. 5
Zastosowanie skali Lehmanna: wycinek z Mapy Topograficznej
Królestwa Polskiego 1 : 126 000, r. 1832 (arkusz „K r a k ó w”).



Rys. 11

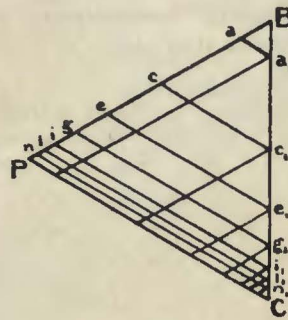
Układ elementów skośnego oświetlenia terenu podług Wiechela.

Rys. 12
Wykres Wiechela dla wyznaczania cieni w oświetleniu skośnym.



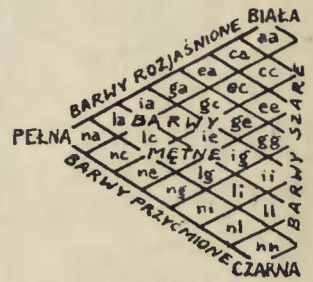
Rys. 13

Krąg barwny Ostwalda.

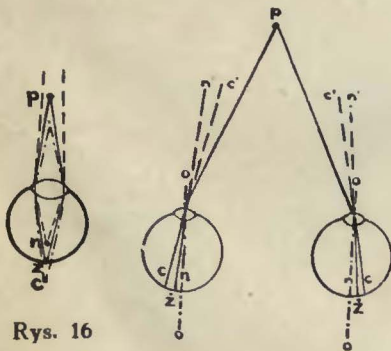


Rys. 14

Trójkąt zmętnienia.



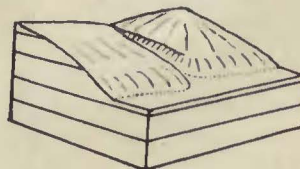
Rys. 15



Rys. 16

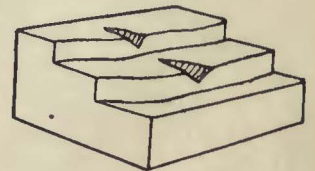
Teoria barwoplastyki: wpływ akomodacji.

Rys. 17
Teoria barwoplastyki: wpływ asymetrii oka.



Rys. 18

Zniekształcenie obrazu terenu przez metodę hipsometrii czystej.



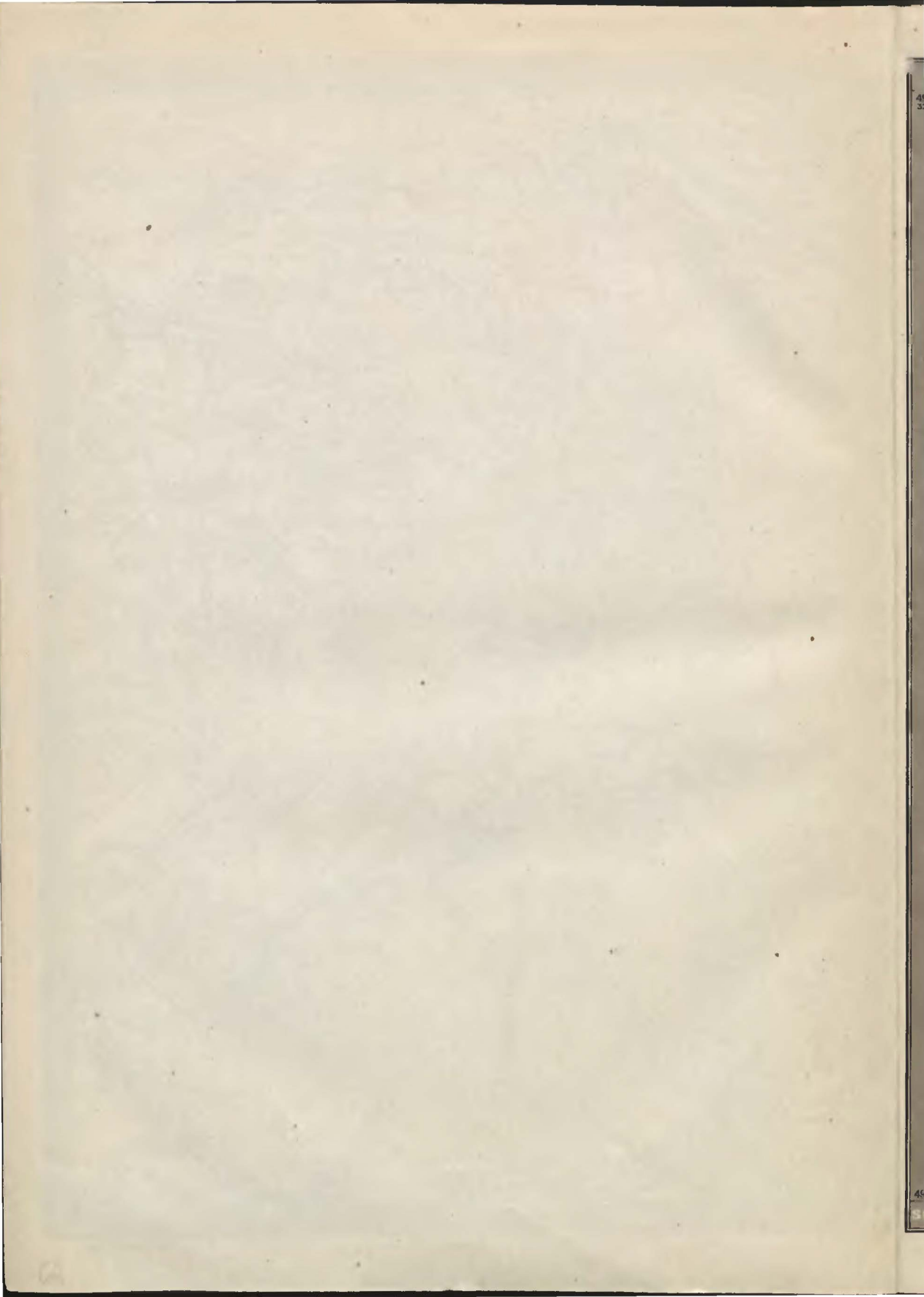
Rys. 19

OBJAŚNIENIE TABLIC.

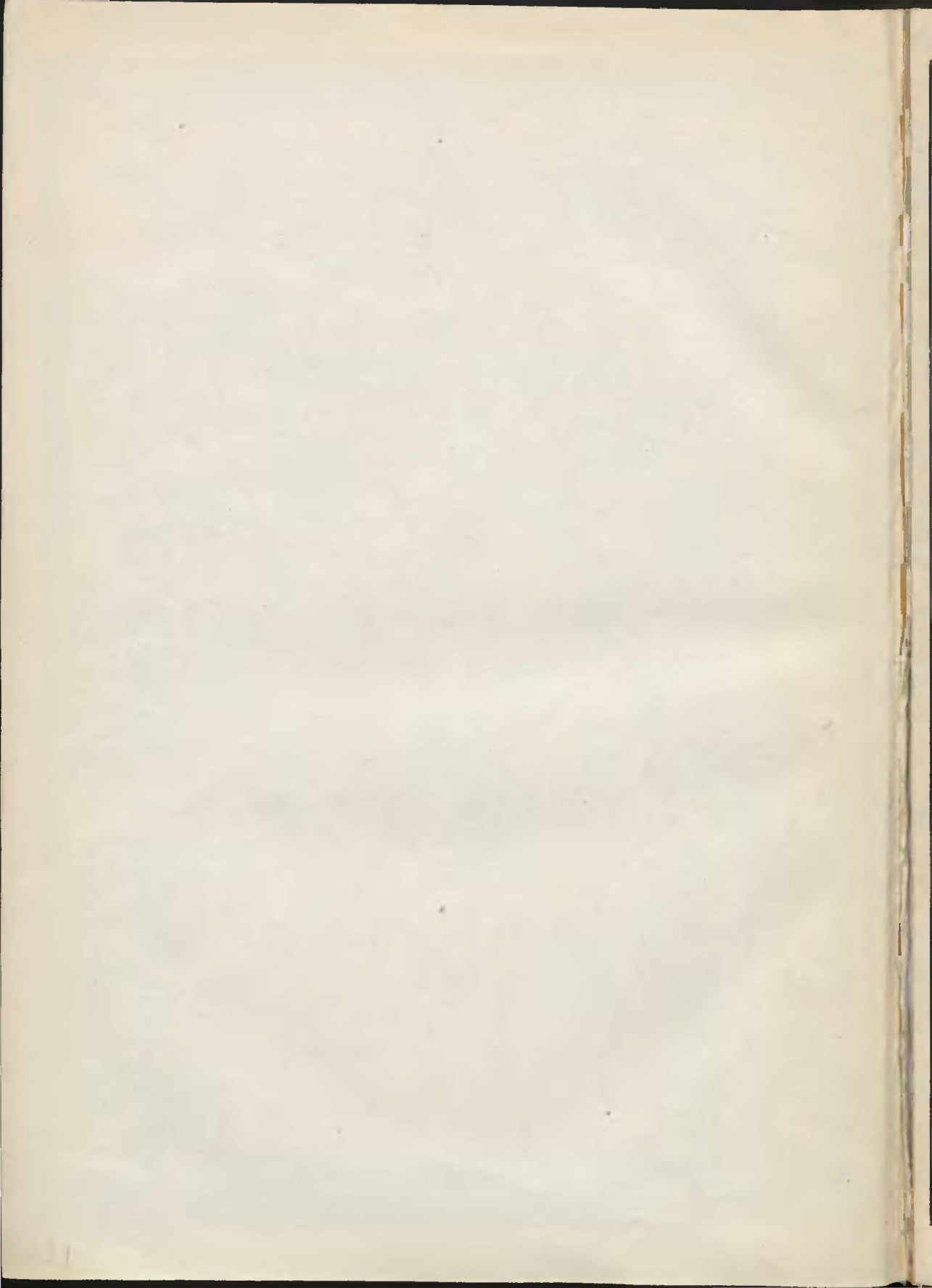
- Tab. I — Wycinek z polskiej mapy operacyjnej 1:300 000, ark. L w ó w:
sytuacja i rysunek warstwic.
- Tab. II — To samo z zabarwieniem lasów.
- Tab. III — To samo z cieniowaniem gór i podbarwieniem nizin.
- Tab. IV — Ten sam teren przedstawiony metodą hipsometryczną.
- Tab. V — Rysunek hipsometryczny połączony z cieniowaniem gór i podbarwieniem nizin.

Skala tablic: 1:300 000.







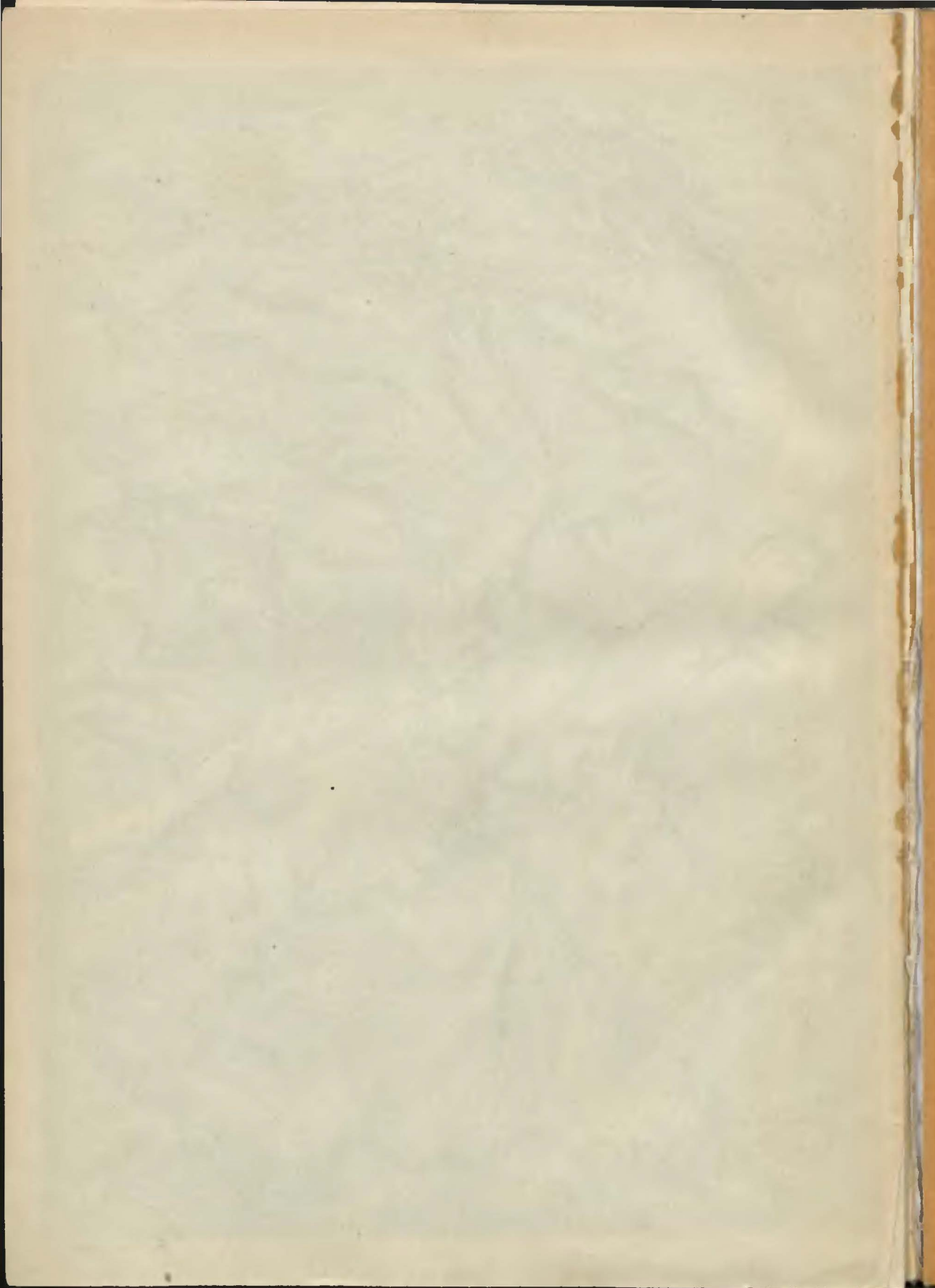




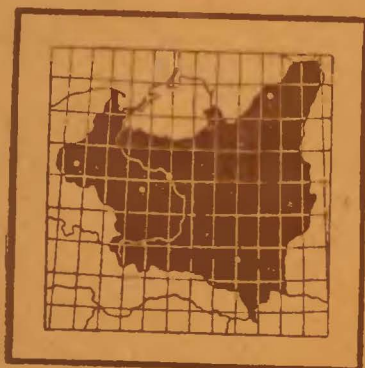








wykonane przez
Wojskowy Instytut Geograficzny w Warszawie



m a p y

1:100.000 | **nowe opracowanie**
1:300.000 |

może każdy nabywać w Samopomocy Inwalidzkiej, Warszawa, ulica Sienkiewicza Nr 2.

ZAPOTRZEBOWANIA SŁUŻBOWE na mapy i na plany 1:25.000, kierować wprost do **Wojskowego Instytutu Geograficznego W. I. G.** Warszawa, Wilcza 64.

ŻĄDAJCIE SKOROWIDZA i uzupełniajcie go podług zmian ogłoszonych w **Dzienniku Rozkazów M. S. Wojsk.**

PRENUMERUJCIE nasz kwartalnik p. t. **WIADOMOŚCI SŁUŻBY GEOGRAFICZNEJ** obejmujący całość zagadnień wojsk. służby geograficznej i dający sprawozdania z prac **W. I. G.** Redakcja i Administracja Warszawa, Wilcza 64.

**ŻÓŁTE KSIĄŻKI
Z TRZEMA TRÓJKĄTAMI**



CZYTA

KAŻDY :

OFICER-TECHNIK

Artylerzysta, Lotnik, Saper, Geograf, który pragnie działać pewnie i świadomie w żywiole ducha i techniki, jakim jest wojna

**INŻYNIER-GEODETA,
GEOGRAF, GEOLOG,
GRAFIK, który pragnie sprostać swym zadaniom w chwili, gdy jego powszedni tok pracy przerwie wezwanie pod broń.**